समुद्री तूफान

राजेन्द्रकुमार राजीव

हिन्दी बुक सेन्टर, नयी दिल्ली - 110002

प्रस्तावना

हिन्दी भाषा में विभिन्न प्रकार का ज्ञानवर्धक साहित्य उपलब्ध कराने के लिए भारत सरकार द्वारा प्रकाशन संबंधी अनेक योजनाएं कार्यान्वित की जा रही हैं।

शिक्षा तथा समाज कल्याण मंत्रालय के तत्वावधान में केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय द्वारा प्रकाशकों के सहयोग से हिन्दी पुस्तकों के लेखन, अनुवाद और प्रकाशन की योजना सन् 1961 से चल रही है। इस योजना का मुख्य उद्देश्य अद्यतन ज्ञान विज्ञान का जन सामान्य में प्रचार-प्रसार, राष्ट्रीय एकता, धर्म-निरपेक्षता तथा मानवता का उद्‌बोधन तथा हिंदीतर भाषाओं के साहित्य को रोचक तथा सरल हिन्दी भाषा में सुलभ कराना है। इन पुस्तकों में वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग द्वारा निर्मित शब्दावली का उपयोग किया जाता है, और योजना की पुस्तकें अधिक से अधिक पाठकों को सुलभ हो सकें, इस विचार से उनका विक्रय मूल्य कम रखा जाता है।

प्रस्तुत पुस्तक 'समुद्री तूफान' लेखक की मौलिक कृति है। इस पुस्तक में तूफान के निर्माण में लहरें, समुद्री धारायें, बादल, हवा का दवाब, तापमान आदि कहां तक सहायक होते हैं, आदि बातों का वर्णन किया गया है। आशा है कि पाठकों के लिए यह पुस्तक उपयोगी सिद्ध होगी।

वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग
केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय, भारत सरकार,
पश्चिमी खण्ड नं० 7, रामकृष्णपुरम्,
नई दिल्ली–110022

(हरवंशलाल शर्मा)

अध्यक्ष

जिनके सान्निध्य में मेरी कलम ने प्रेरणा पायी—

पूज्य बापूजी श्री गौरीशंकर वी० पंड्या

को सादर समर्पित—

भूमिका

पृथ्वी पर जो प्राकृतिक दुर्घटनायें जैसे भूकम्प तथा ज्वालामुखी फटना आदि होती हैं—उनमें समुद्री तूफान को साधारण माना जाता है, लेकिन कभी-कभी समुद्री तूफान भी इतना विकराल रूप दिखाते हैं कि पृथ्वी पर एक लघु जल-प्रलय का-सा दृश्य उपस्थित हो जाता है।

इतिहास साक्षी है कि हर शताब्दी में बंगाल की खाड़ी में दो-तीन अति भयंकर तूफान अवश्य उठते हैं जिनसे लाखों की सम्पत्ति के अलावा हजारों-लाखों मनुष्य तूफान के गर्त में समा जाते हैं।

भारत में दक्षिणी-पश्चिमी बंगाल, आंध्र प्रदेश, मद्रास, आसाम आदि के इलाके समुद्री तूफान से अकसर प्रभावित होते हैं।

तूफान का कोई निश्चित समय नहीं होता। जाने कब किस पल गरजता-हहराता हुआ मुंह बाये यह सर्वनाश करते चला आता है। कभी मानसून से पहले तो कभी बाद में।

कुछ वैज्ञानकों का मत है कि मौसम तथा मानसून में अनियमितता के जिम्मेदार परमाणु विस्फोट हैं।

मानसून में भी निरंतर अनियमितता आती जा रही है। इस कारण तूफानों का समय करीब है यह जानना कठिन हो गया है।

प्रस्तुत पुस्तक में समुद्री तूफान तथा तूफान के निर्माण में लहरें, समुद्री धारायें, बादल, हवा का दबाव, तापमान आदि कहां तक सहायक होते हैं—इन सबका विस्तार से तो नहीं, लेकिन हां, पूर्ण वर्णन अवश्य किया गया है। तूफान से बचने के कुछ उपायों पर भी रोशनी डाली गयी है।

भूगोल में रुचि रखने वाले पाठकों एवं विद्यार्थियों के लिये यह पुस्तक विशेष रूप से उपयोगी है।

यदि समुद्री तूफान की रचना को ठीक-ठीक समझने में यह पुस्तक सक्षम सिद्ध हुई तो मैं अपना प्रयास सफल समझूंगा। पुस्तक की फाइनल कापी तथा चित्रों में मुझे श्रीमती हेमा भट्ट का पूर्ण सहयोग प्राप्त हुआ। मैं उनका आभारी हूं।

—राजेन्द्र कुमार राजीव

विषय-सूची

समुद्री तूफान और प्रलय

समुद्री तूफान की विकराल लहरें प्राचीन काल से ही मानव को त्रस्त करती आ रही हैं। दुनिया की लगभग सारी जातियों के इतिहास में जल-प्रलय की कथायें मिलती हैं। भारतीय, चीनी, बेबीलोन, सुमेर, लैटिन आदि के प्राचीन ग्रंथों में जल-प्रलय की कथायें अपनी भयंकरता और सर्वनाशी घटना का बोध कराती हैं।

जल-प्रलय की विस्तार से कथा बाईबिल ग्रंथ में मिलती है। जिस प्रकार भारतीय कथा में मनु ने जल-प्रलय से जीवों की रक्षा कर नई सृष्टि को जन्म दिया, ठीक वैसे ही बाईबिल की कथा में नूह ने प्राणियों की रक्षा कर नई सृष्टि का आरम्भ किया था। असीरियाई तथा बेबीलोनिया की कहानी में जिउसुद् ने तथा सुमेरी कथा में उतनिपिश्तिम ने सृष्टि का आविर्भाव किया।

सुमेरी कथा में स्पष्ट किया गया है कि उस समय देवता लोग आपस में ईर्ष्या रखते थे और एक दूसरे से लड़ते-झगड़ते रहते थे। देवता एन्लिल ने मनुष्यों के पाप कर्मों से चिढ़कर देवताओं को बुलाया और जल-प्रलय द्वारा सृष्टि का नाश कर देने का निश्चय किया। इस निश्चय को देवता इया ने चुपके से जाकर शहर में रहने वाले मानव जिउसुद् को बता दिया और मानव जाति की रक्षा में उससे हाथ बंटाने को कहा। जिउसुद् ने एक बड़ी नाव बनाई और उसमें जानवरों, पक्षियों, कीड़े-मकौड़े, मानव तथा भोजन पदार्थों को भर लिया। इसके बाद भयंकर तूफान आया। पवन देवता ने बड़ी वेग से आंधियों को चलाया। कालेमेघों की घटायें विकराल रूप लिए मंडराने लगीं और घनघोर वर्षा होने लगी। इस भयंकर तूफान, वर्षा ने सर्वनाशी जल-प्रलय का ऐसा रूप ले लिया कि देवता लोग

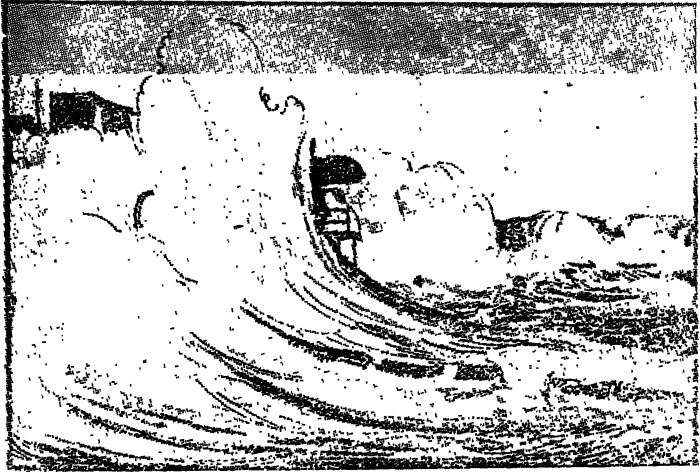
भी घबरा गए। छः दिनों तक रात-दिन घनघोर वर्षा और आँधी-तूफान आता रहा। सारी सृष्टि डूबने लगी। जल की सतह पर अपनी नाव में प्राणियों के साथ इधर-उधर भटकता-रोता जिउसुद् जल-प्रलय से लोहा लेता रहा। सातवें दिन उसने एक कबूतर को उड़ाया ताकि कहीं स्थल का पता चल जाये, लेकिन थोड़ी देर भटकने के बाद वह वापस आ गया। उसे कहीं स्थल नहीं मिल पाया था। चारों ओर पानी ही पानी। इसी प्रकार कई पक्षियों को उड़ाकर उसने पता लगाना चाहा लेकिन वह असमर्थ रहा। अन्त में उसने यज्ञ किया और देवताओं की प्रार्थना की। देवी इनन्ना ने प्रसन्न होकर देवताओं को इकट्ठा किया और देवताओं के देवता ऐन्लिल से प्रलय को रोकने के लिए कहा गया। क्रुद्ध देवता को जब सभी ने समझाया तो उसने जिउसुद् के पास जाकर उसे आशीर्वाद दिया और उसे देवताओं की श्रेणी में रखा। जल प्रलय धीरे-धीरे शांत हो गया।

मैक्सिको की लोक-कथा में जल-प्रलय द्वारा जब सारी सृष्टि समाप्त हो गई तो केवल एक ऋषि बच रहे। इतनी बड़ी धरती पर अकेले रहते-रहते जब ऋषि ऊब गये तो उन्होंने अपनी झोंपड़ी की दीवार पर एक स्त्री और पुरुष का चित्र बनाया और देवताओं की स्तुति की। देवताओं ने प्रसन्न होकर उन चित्रों में प्राण डाल दिये। इस प्रकार फिर से नई सृष्टि का आरम्भ हुआ।

इसी प्रकार की भारतीय कथा भी है, जिसमें मनु जल-प्रलय से जीवों की रक्षा करते हैं और नई सृष्टि का आविर्भाव होता है। जल-प्रलय की ये सारी कथायें लगभग एक जैसी ही प्रतीत होती हैं।

जल-प्रलय समुद्री तूफान का ही भयंकर रूप है, यह तो सर्व विदित है। लेकिन वर्तमान में शायद ही ऐसा जल-प्रलय हो। कहा भी नहीं जा सकता, क्योंकि पृथ्वी पर जलभाग 3/4 है और थलभाग $\frac{1}{3}$ लेकिन फिर भी अब ऐसी आशंका कम ही है।

पृथ्वी पर जो दुर्घटनाएं प्रायः देखने में आती हैं, उनमें समुद्री तूफान को साधारण माना गया है। लेकिन कभी-कभी इन तूफानों की शक्ति इतनी अधिक होती है कि उनका प्रभाव पृथ्वी के 1/4 भाग से भी अधिक होता है और उनसे धन-जन की असीम हानि होती है। वैसे तूफान साधारणतः पृथ्वी के विभिन्न भागों में गर्मी और सर्दी के अन्तर द्वारा उत्पन्न होते हैं, परन्तु अत्यन्त भीषण

तूफानों के उठने का कारण पृथ्वी की धुरी में अंतर पड़ जाना होता है। ऐसे तूफानों से समुद्र इतना विक्षुब्ध हो उठता है कि उसकी विकराल और विशाल लहरों से सैकड़ों गांव, शहर, जहाज तथा नावें डूब जाती हैं। इतना होने पर भी पृथ्वी के प्राचीन इतिहास का अध्ययन करने से यह अनुमान सहज ही लगाया जा सकता है कि समुद्री तूफान द्वारा दुनिया का अस्तित्व नष्ट होने की आशंका बहुत कम है। पृथ्वी पर प्रलय की स्थिति भयंकर भूचालों या ज्वालामुखियों के फटने पर ही आ सकती है।

तूफान का प्रकोप

हजारों वर्षों पूर्व कुछ भयंकर समुद्री तूफान प्रशांत महासागर के अन्दर ज्वालामुखी फटने से आये। पर्वतों की ऊँची-ऊँची चोटियां समुद्र में विलीन हो गईं और समुद्री जीवों के पंजरों के ढेर लग गये। समुद्रतल के नीचे से निकाली गई मिट्टी से प्रकट होता है कि समुद्र तल से कुछ फुट नीचे ज्वालामुखी पर्वतों की

भस्म की परतें मौजूद हैं। जाहिर है कि किसी समय इस समुद्र में ज्वालामुखी पर्वतों की उत्पत्ति हुई थी। समय के साथ-साथ ज्वालामुखी पर्वत धीरे-धीरे तल के नीचे बैठते चले गये और अनेकों द्वीप, जो मूंगे के द्वीप हैं, जल के साथ-साथ ऊपर उठते चले गये। समुद्र-तल पर जो मूंगे के खण्ड मिले, उन पर मेंगनीज की तह चढ़ी हुई थी। इससे वैज्ञानिकों को बहुत आश्चर्य हुआ; क्योंकि समुद्र के तल में मेंगनीज नहीं पाई जाती।

ज्वालामुखी फटने के कारण एक और समुद्री तूफान एशिया के दक्षिणी भाग में जावा के पास आया, जिसमें 40,000 व्यक्तियों की मृत्यु हुई। इस घटना के समय पहाड़ बीच में से फटकर दो भागों में बँट गया और समुद्र में उठी विशाल लहरें ज्वालामुखी के मुख (क्रेटर) में जाने लगीं। मुख के भीतर जलते हुए पत्थरों का समुद्र उमड़ रहा था। समुद्र का पानी पड़ने से इन दोनों के संघर्ष से जो भयंकर गर्जना हुई, वह हजारों तोपों के चलने से भी अधिक भीषण थी। इस भयंकर भूचाल के कारण समुद्र में जो लहरें उठीं, उनके कारण आसपास के टापुओं के 40,000 व्यक्ति समुद्र के गर्भ में विलीन हो गये। जिस टापू पर क्राकातोआ का यह ज्वालामुखी अवस्थित था, उसका आधा भाग धूल बनकर आकाश में बड़ी ऊंचाई तक छा गया, जिसके कारण जावा और उसके आस-पास के टापुओं में कितने ही दिनों तक अंधकार छाया रहा। सारा आकाश एकदम काला हो उठा। रह-रहकर बिजली भयंकर गर्जना के साथ कौंधती। विस्फोट का प्रभाव समुद्र पर इतना भयंकर हुआ था कि ऐसा लगता था जैसे समुद्र का पानी मथा जा रहा हो। समुद्री जीव सतह पर निष्प्राण इधर-उधर उतराते फिर रहे थे। वायुमंडल के ऊपरी भाग में समुद्री लहरों का आवागमन लगातार दस दिनों तक चलता रहा। समुद्र की लहरें 100 फुट तक ऊपर उठ रही थीं और दूर-दूर तक मार कर रही थीं। ऐंजर नगर तो पूरा ही लुप्त हो गया था। सैकड़ों गांव डूब गये थे। एक विशाल लहर ने सुमात्रा के तट पर खड़े एक बड़े युद्धपोत जहाज को दो मील दूर तक फेंक दिया था। जहाँ यह जहाज आकर गिरा था, वह स्थान समुद्र से 30 फुट ऊँचा था।

यह तरंग भारत में हिन्द महासागर में भी चलनी शुरू हुई और 5100 मील

दूर आशा अंतरीप तक पहुंची। वहाँ से यह अफ्रीका के तट से होती हुई इंग्लिश चैनल में जाकर समाप्त हुई।

इस प्रकार इस ज्वालामुखी-विस्फोट से समुद्र में भयंकर तूफान ने जन्म लिया था।

उपर्युक्त तूफान तो ज्वालामुखी फटने के कारण उत्पन्न हुए, लेकिन मानसून से उत्पन्न एक समुद्री तूफान ने तो गजब ही ढा दिया था। और देखते ही देखते इस प्रलयंकारी तूफान ने बंगला देश को अपनी लपेट में ले लिया। विश्व में आज तक के इतिहास का वह सबसे बड़ा और भीषण समुद्री तूफान था। इस तूफान ने लगभग 15 लाख लोगों को अपनी गोद में सदा के लिए सुला लिया था और करीब 8 लाख लोग महामारी के शिकार हुए। अब तक का सबसे बड़ा तूफान 1887 में चीन में पीली नदी का तूफान माना जाता था, जिसमें लगभग 10 लाख लोग मारे गये थे।

नवम्बर 1970 में बंगाल की खाड़ी से उत्पन्न एक तूफान 190 किलोमीटर प्रति घण्टे के वेग से आया और तटवर्ती घनी आबादी वाले अनेक इलाकों पर छा गया। इन क्षेत्रों में तूफान ने मनुष्य, जानवर, पेड़-पौधे, मकान और पुल कुछ भी न छोड़ा। हजारों की संख्या में मनुष्य और जानवरों के शव समुद्र में बहते पाये गए। तूफानी चक्रवात इतना प्रचण्ड था कि मिनटों में 90 प्रतिशत मकान, पुल, पेड़ आदि ध्वस्त हो गये। तूफान का असर दूर-दूर के अन्य नगरों, कस्बों पर भी पड़ा और इससे करीब 3 करोड़ लोग प्रभावित हुए। हटिया, भोला व अन्य सागर तटीय टापुओं पर कोई भी प्राणी शेष न बचा तथा अनेक टापू तो समुद्र में विलीन हो गये। मृतकों की संख्या का ठीक-ठीक अन्दाज लगाने के लिए समय और साधन दोनों ही न रहे। 15 बड़े बाँध तिनके की तरह बह गये।

इस क्षेत्र में आने वाला यह कोई पहला तूफान नहीं था। इससे पहले भी अनेकों बार समुद्री तूफान हँसी-खुशी से भरे-पूरे घरों की सैकड़ों हजारों आबादियों को सड़ांध भरे लाशों के ढेर में बदल चुके हैं।

इतिहास साक्षी है कि हर शताब्दी में बंगाल की खाड़ी में दो या तीन बार अति भयंकर तूफान उठते हैं। 1937 में आये तूफान में 40 फुट ऊँची पानी

की लहर ने खाड़ी के उत्तरी तट पर वार किया, जिसके परिणाम स्वरूप लगभग तीन लाख मनुष्य मारे गये और बाद में ऐसी महामारी फैली कि लगभग एक लाख आदमी प्रभावित हुए और अधिकांश मारे गये।

सन् 1776 में बंगाल की खाड़ी में आये एक विशाल क्रूर तूफान ने एक लाख पचासहजार लोगों को निगल लिया था और लगभग इतने ही लोग बाद में फैली महामारियों के शिकार हुए। विश्व के इतिहास में गिने जाने वाले भयंकर तूफानों में इसकी गणना की गई। लगभग तीन लाख व्यक्ति इस तूफान की चपेट में आये और करीब 20,000 छोटी-बड़ी नौकायें समुद्र के गर्भ में समा गईं।

सन् 1832 में आये एक तूफान ने दक्षिण के काकीनाडा जिले को अपनी चपेट में ले लिया। फलस्वरूप करिंगा नामक गाँव के 20,000 लोगों में से एक भी जीवित न बचा। लहरों में लाशें उछलती हुई दीखती थीं। मकानों और सड़कों का तो जैसे नामोनिशां ही मिट गया था। समूचा गाँव एक विशाल श्मशान में परिवर्तित हो गया।

सन् 1876 में समुद्री तूफान में भी लगभग एक लाख व्यक्तियों की जानें गयीं और करीब 56 हजार व्यक्ति बेघर हो गये। इसके बाद 1942 में बंगाल के पश्चिमी तट के निवासियों को तूफानी चक्रवात ने घेरा और 15 हजार लोगों का सफाया कर गया। 1960 के तूफान ने उत्पात तो बहुत मचाया, लेकिन कुल 5 हजार आदमियों की ही बलि ले पाया। इसका मुख्य कारण यह था कि समुद्र में भाटे का समय था। अन्यथा इस फान बहुत ही भयंकर विनाश होता; क्योंकि इसका क्षेत्र बहुत व्यापक था। इसके पाँच वर्ष बाद आये एक अन्य तूफान ने करीब बीस हजार लोगों का अस्तित्व मिटा दिया और लाखों रुपये की सम्पत्ति नष्ट कर दी।

10 नवम्बर 1966 को दक्षिण-पश्चिमी बंगाल की खाड़ी में खतरनाक तूफान ने जन्म लिया और मद्रास के आसपास के इलाकों में तहलका मचा दिया। टोंडा और रामनाथपुरम् को पाट कर यह तूफान उनके आसपास बसे गाँवों पर बुरी तरह हावी हो गया। कई लोग मारे गये और लाखों रुपये की सम्पत्ति नष्ट हो गई। खतरनाक, विशाल लहरों ने दूर-दूर तक वार किया।

2. समुद्री तूफान की शुरूआत

कहते हैं कि समुद्र बड़ा गम्भीर होता है तथा अपनी मर्यादा नहीं छोड़ता या यों कहिये कि समुद्र को शान्त माना जाता है। लेकिन जब समुद्र मतवाला हो उठता है तो भयंकर विनाश करता है। समूचे द्वीप उसके गर्भ में समा जाते हैं या फिर नए स्थलों का जन्म हो जाता है। समुद्र का क्रोध विशाल लहरों के रूप में तथा प्रचण्ड हवाओं के पुञ्ज के साथ प्रकट होता है। काले बादलों के झुण्ड के झुण्ड चारों ओर मँडराते हैं। वातावरण इतना भयावह हो जाता है जिसकी कल्पना नहीं की जा सकती।

तूफान की शुरूआत के लिए समुद्र के पानी का तापमान 27-28 डिग्री सेंटीग्रेड से अधिक होना चाहिए। बहुधा यह देखा गया है कि तूफान के ठण्डे समुद्र में या जिस समुद्र में ठण्डी धारा बह रही हो, पहुंचते ही वह या तो समाप्त हो जाता है या फिर उसकी गति में शिथिलता आ जाती है।

तूफान बनने के दूसरे चरण में वायुदाब गिर जाता है। प्रायः समुद्र की सतह पर वायुदाब 1012 मिलीबार के लगभग होता है। लेकिन तूफान के आसार नजर आते ही वायुदाब 1000 मिलीबार या इससे भी अधिक नीचे गिर जाता है। हवाएं काफी फैले हुए क्षेत्र में तेजी से चलने लगती हैं।

तीसरे चरण में वायुदाब और नीचे गिर जाता है। हवाओं की गति और तीव्रतर हो जाती है तथा हवाओं का धीरे-धीरे काफी विस्तृत क्षेत्र में एक घेरा-सा बनने लगता है। काले बादलों के समूह गर्जन के साथ तेजी से एक क्रम में घूमने लगते हैं।

चौथे चरण में वायुदाब लगभग 940 मिलीबार पर स्थिर हो जाता है।

तूफानी हवाओं का घेरा 200:260 मील तक के क्षेत्र में फैल जाता है। इन हवाओं का केंद्र शान्त होता है। इस शान्त केन्द्र के चारों ओर प्रचण्ड हवाएँ उमड़ती-घुमड़ती रहती हैं।

तीव्र गति से उमड़ती-घुमड़ती ये हवाएँ विकराल और विशाल लहरों को जन्म देती हैं और यदि समुद्र में ज्वार आया हो तब तो लहरें बड़ा ही भयानक रूप धारण करती हैं। इन ज्वारीय लहरों से ही अधिकांश जानमाल का खतरा होता है। इन लहरों की गोद में समूचे द्वीप समा जाते हैं। विशेषज्ञों के अनुसार 75 प्रतिशत विनाश का कारण ये लहरें ही होती हैं। भारत का पूर्वी तट, आंध्र प्रदेश और मद्रास तथा बंगाल के इलाके इन्हीं लहरों का शिकार अधिकतर होते हैं।

इन्हीं चार चरणों में समुद्री तूफान की शुरूआत होती है। तापमान का बढ़ना वायुदाब गिरना, हवाओं का चलना, हवाओं द्वारा चक्रवात बनना, तथा बादलों का एकत्र हो घुमड़ना और फिर लहरों का बनना—ये सब मिलकर तूफान की रचना करते हैं। आगे चलकर तूफान की रचना में सहायक इन्हीं रूपों का वर्णन विस्तार से किया जाएगा।

यह तो सभी जानते हैं कि पृथ्वी के किसी भी स्थान की उँचाई नापने के लिए समुद्र की सतह को शून्य माना जाता है। समुद्र की सतह पर वायुदाब भी सबसे अधिक होता है। बैरोमीटर (वायुदाब नापने का यंत्र) समुद्री सतह पर लगभग 75 सेंटीमीटर वायुदाब दर्शाता है। यदि बैरोमीटर को लेकर ऊँचाई पर जाया जाएतो पारे का स्तम्भ गिरता जायेगा यानी वायुदाब कम होता जाएगा। लेकिन यदि किसी स्थान पर बैरोमीटर का पारा ऊँचाई पर ले जाए बिना ही एकाएक गिर जाए तो उससे ज्ञात होता है कि वायुमंडल में कुछ ऐसे परिवर्तन हो रहे हैं, जिसके कारण वायु का दबाव कम हो गया है। इसका परिणाम यह होता है कि उस क्षेत्र का वायुदाब एक-सा करने के लिए अधिक दाब वाले क्षेत्रों की हवायें चारों ओर से तेजी से बढ़ती हैं ताकि संतुलन बना रहे अतः बैरोमीटर के पारे का एकाएक गिरना आने वाले तूफान का सूचक होता है क्योंकि वायुदाब के संतुलन लिये चारों ओर से जो हवाएँ तेजी से आती हैं, वे ही हवाएँ तूफान का कारण होती हैं।

लेकिन इन हवाओं को बढ़ावा देने वाला एक और भी बल होता है जो चक्राकार हवाओं को जन्म देता है। उस बल को 'कोरिओली का बल' कहते हैं। यह बल पृथ्वी पर स्थित सभी गतिशील वस्तुओं की स्वाभाविक दशा बदलने की कोशिश करता है। इसी बल के कारण कम वायुदाब वाले क्षेत्र से आ रही तूफानी हवाओं को यह बल उलटी दिशा में घुमा देता है। इसका नतीजा यह होता है कि एक तो कम दाब के कारण उत्पन्न हुआ आकर्षण उसे क्षेत्र के मध्य की ओर खींचता है और दूसरी तरफ कोरिओली का जिद्दी बल बराबर उसे विपरीत दिशा में खींचे जाता है। इस प्रकार वायु न तो मध्य क्षेत्र में जा पाती है और न पूरी तरह विपरीत क्षेत्र में। वह दोनों बलों के बीच में मध्य में न घुसकर चक्राकार रूप में घूमती रहती है। उसका साथ देने आ जाते हैं बादलों के समूह और वे भी हवा के साथ चक्कर काटने लगते हैं। इस प्रकार चक्रवात हवाओं का जन्म होता है।

यह उल्लेखनीय है कि दक्षिणी गोलार्द्ध में 'कोरिओली का बल' वायु को बाईं ओर घुमाने की कोशिश करता है और उत्तरी गोलार्द्ध में इसके विपरीत।

3. तूफानों का मौसम

समुद्र की सतह के ऊपर से चलने वाली हवाएँ, समुद्र की जलधाराएं, ज्वार-भाटा तथा समुद्र का तापमान आदि कुछ ऐसे तत्त्व हैं जो समुद्रतट के पास वाले देशों की जलवायु को प्रभावित करते हैं और इस प्रभाव का असर समुद्र तट से दूर बसे देशों पर भी पड़ता है। मानसून का जन्म हिन्द महासागर में ही होता है। भारत की कृषि इसी मानसून पर निर्भर है। हवाएँ समुद्री वाष्प अपने साथ ले जाकर विभिन्न क्षेत्रों में वर्षा करती हैं। यह वर्षा अधिकतर गर्मी के मौसम में होती है। सर्दी में ये हवाएँ विपरीत दिशा में जाती हैं। समुद्री जल-धारायें उत्तरी गोलार्द्ध में घड़ी के कांटों की दिशा में (Clock wise) और दक्षिणी गोलार्द्ध में विपरीत दिशा (Anti clock wise) में बहती हैं।

यदि समुद्र का ठंडा जल नीचे और गर्म जल सतह पर होता है तो सतह के जल पर हवाओं तथा तापमान का जल्दी असर होता है। सामान्य रूप से समुद्री तूफानों का मौसम मानसून के आते ही शुरू हो जाता है। लेकिन तूफान कब आ जाये इस बारे में कोई भी ठीक भविष्यवाणी नहीं कर सकता। केवल इतना ही अनुमान लगाया जा सकता है कि अमुक दिशा से तूफान तेजी से आ रहा है। हवा के दबाव में कमी, तापमान में परिवर्तन और सूर्य का लाल हो जाना इस बात की सूचना होती है कि समुद्री तूफान आने में अधिक समय नहीं है। आकाश में धुंधले, छितराये बादल छा जाते हैं और समुद्र में बड़ी-बड़ी लहरें उठने लगती हैं। हवाएँ तेजी से चलने लगती हैं और उनके साथ उमड़ते-घुमड़ते बादलों के समूह भयंकर गर्जना करते हुए तेजी से आकाश में मंडराने लगते हैं। सबसे भयानक बात तो तूफान के क्षेत्र में स्थित शांत केन्द्र या तूफानी आँख से सम्बन्धित है। यह तूफान

का सबसे महत्वपूर्ण भाग होता है। शांत केन्द्र का क्षेत्र 5 से 60 किलोमीटर तक फैला होता है तथा इसके चारों ओर बादलों की दीवारें होती हैं। आँधियों के खतरनाक झोंके होते हैं जो समुद्र के पानी में हलचल मचाये रहते हैं। ये आँधियों के झोंके ऊंची और विशाल विनाशकारी लहरों को जन्म देते हैं और कहर ढाने को उकसाते हैं। समुद्री तूफान की आँख सबसे खतरनाक मानी जाती है। जिसका वर्णन आगे के अध्याय में किया जायेगा।

तूफान का कोई निश्चित समय नहीं होता, जाने कब किस पल आ जाये। वैसे भी मानसून की अनियमितता भी एक गम्भीर समस्या बन गई है। कभी-कभी तो मानसून के समय के बाद तूफान आते हैं—तो कभी मानसून से पहले। मनुष्य के जीवन से आँखमिचौनी खेलने वाला यह मानसून भी दिलचस्प और महत्वपूर्ण रहस्यों से भरा हुआ है।

'मानसून'शब्द अरबी भाषा 'मौसिम' शब्द का अपभ्रंश है। हिन्द महासागर के मल्लाह अरब सागर से आने वाली हवाओं को जब वे वातावरण में परिवर्तन करती हैं, उस समय 'मौसिम' शब्द से पुकारते हैं अर्थात मानसून उन हवाओं को कहा जाता है, जो समुद्र और धरती पर व्यापक रूप से चलती हैं। ये हवाएँ गर्मी में समुद्र से धरती की तरफ तथा सर्दी में भूमि से समुद्र की ओर चलती हैं। मानसून से वर्षा होती है, वर्षा से खेती होती है तथा अन्य कार्यों के लिये भी संचित जल प्राप्त होता है। इसी मानसून के साथ विनाशकारी तूफान भी आते हैं। हर देश में मानसून का परीक्षण करने के लिये पर्यवेक्षण-केन्द्र हैं। भारत के ऋतु-अनुसंधान विभाग ने लगभग 300 पर्यवेक्षण-केन्द्र मानसून का गंभीर अध्ययन करने के लिए खोले हैं।

भारत में दो मानसून चलते हैं—एक सर्दी में, एक गर्मी में। सर्दी में आने वाला मानसून हल्का होता है तथा गर्मी में आने वाला मानसून भारी और लंबे समय तक ठहरता है। गर्मी के मानसून में आने वाले तूफान ही सबसे अधिक विनाश-लीला उपस्थित करते हैं। इस मौसम में आर्द्रता से लदी हुई हवा की लगभग दो किलोमीटर ऊँची दीवार उड़ती हुई अक्सर देखी जा सकती है। यही दीवारें भूमि कीं ओर तेजी से आकर जुलाई-अगस्त में लगभग सारे देश पर छा

जाती हैं और वर्षा करती हैं।

मानसून केरल के तट पर जून के प्रारम्भ में आ जाता है। यह मानसून समूचे बंगाल की खाड़ी और अरब सागर पर कब्जा कर लेता है। अरबसागर से चलने वाली लहर उत्तरी तथा केन्द्रीय भागों में वर्षा करती है। मानसून को देश में फैलाने व लगातार जारी रखने में तूफानों से बहुत मदद मिलती है। ये तूफान बंगाल की खाड़ी से उठकर पश्चिम व उत्तर पश्चिम की ओर बढ़ते हैं।

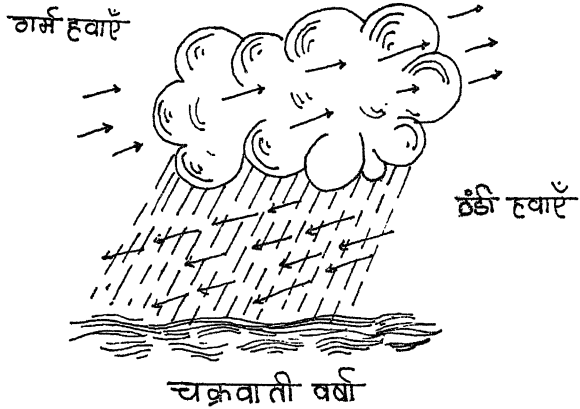
दूसरे, पृथ्वी के घूमने का भी मानसून पर प्रभाव पड़ता है। ऊपर वर्णित वायु की स्थितियों और उनमें होने वाले परिवर्तनों से भी मानसून का तथा तूफान-निर्माण का गहरा सम्बन्ध है। मानसून से वर्षा लेने वाले मुख्य तीन कारक होते हैं। पहला पर्वत, जो मानसून हवाओं को रोककर आसपास और दूर-दूर तक वर्षा कराता है। भारत में हिमालय पर्वत इसका उदाहरण है। दूसरा, तूफान-अंधड़ जो अपने साथ तूफानी हवाओं और बादलों को दूर-दूर तक ले जाकर वर्षा कराता है। उत्तर, उत्तर-पश्चिम तथा बंगाल में होने वाली वर्षा इसके उदाहरण हैं। तीसरा कारक है, वाष्प-प्रवाह, जो कहीं भी तापमान और वायु दबाव के प्रभाव में आकर बरस पड़ता है।

मानसून में निरन्तर अनियमितता देखी जा रही है। इस कारण तूफान, अंधड़, बाढ़ आदि की ठीक-ठीक जानकारी मिलना मुश्किल हो जाता है। कभी समुद्री तूफान समय से आते हैं, कभी असमय। मानसून आने का अब यह निष्कर्ष निकालना कि तूफान आने का समय करीब है, बड़ा असम्भव हो गया है। नतीजा यह होता है कि अचानक आये तूफान से बचना कठिन हो जाता है। कुछ वैज्ञानिकों का मत है कि परमाणु विस्फोट मानसून और मौसम में अनियमितता के जिम्मेदार हैं। वैज्ञानिक इन अनियमितताओं के अन्य कारणों की खोज कर रहे हैं।

साधारण तौर पर जिस समय मानसून आने वाला होता है, आर्द्रता बहुत बढ़ जाती है। सामान्य से लगभग दुगुनी हो जाती है। मानसून गर्जन के साथ प्रारम्भ होता है। इसका कारण यह है कि वाष्प आपूरित हवाओं का अत्यन्त उष्णता से आपूरित भूमि की सतह से मिलन होता है। ऋतु-अनुसंधान शालाएँ इन्हीं प्रमुख तथ्यों के आधार पर तूफान, अंधड़, तेज वर्षा आदि का पता लगाती हैं।

4. चक्रवाती मौसम

चक्रवाती परिस्थिति में आकाश मेघाच्छादित हो जाता है। वर्षा का होना निश्चित समझा जाता है। चक्रवात के प्रवेश की दिशा में सर्व प्रथम आकाश में सफेद लम्बे धारीदार बादल घिर आते हैं, जो एक-दूसरे के समान्तर होते हैं। बादलों के घिर जाने के पश्चात् ताप बढ़ जाता है और चक्रवात के निकट आने के साथ-साथ बादलों का विस्तार बढ़ता जाता है तथा वे घने होते जाते हैं। हल्की-हल्की वर्षा होने लगती है। चक्रवात के कुछ आगे बढ़ जाने पर बादल कम हो जाते हैं तथा तापमान गिर जाता है, परन्तु ज्यों ही चक्रवात का केन्द्र आता है, बड़े जोर की वर्षा होती है, जिससे कभी-कभी हानि होती है। चक्रवात के पिछले

चक्रवाती वर्षा

भाग में तेज हवा के झोंके चलते हैं। पानी की तेज बौछारें थोड़ी-थोड़ी देर बाद हवा के बीच-बीच में आती रहती हैं। चक्रवात के हट जाने पर भी वायु की गति तेज रहती है, परन्तु तापमान कम हो जाता है। चक्रवाती काल में आरम्भ से अन्त तक भिन्न-भिन्न प्रकार के बादल आकाश में छा जाते हैं। प्रारम्भ में पक्षाभ मेघ (Circus Clouds) से आकाश घिर जाता है। ये धीरे-धीरे घने होकर पक्षाभ-स्तरी मेघ (Cirro-Stratus Clouds) तथा इसके पश्चात् वर्षी-स्तरी मेघ (Nimbo-Stratus Clouds) से आकाश ढक जाता है। वायु का वेग भी बढ़ जाता है। केन्द्र के तनिक आगे प्रचण्ड वर्षा होती है और हवाएं बड़ी तीव्र होती हैं।

प्राय: ऐसा होता है कि यह बादल पूर्णत: लुप्त हो जाते हैं और आकाश साफ हो जाता है। वर्षा की सम्भावना नहीं रह जाती। किन्तु कुछ ही घण्टों के बाद बादलों का एक पतला और सफेद आवरण छा जाता है, जिससे आकाश दूधिया (Milky) हो जाता है। इस रात्रि में चन्द्रमा और दिन में सूर्य का चतुर्दिक प्रभामण्डल (Halo) दिखाई देता है। यह प्रभामण्डल प्राय: श्वेत और कभी-कभी रंगीन होता है।

मौसम की दशाएं

इस प्रकार के चक्रवात के पहुँचने पर आकाश पक्षाभ मेघों से आच्छादित हो जाता है। ये बादल भेड़ सदृश प्रतीत होते हैं। मौसम शान्त और गरम रहता है। धीरे-धीरे दूसरे प्रकार के वर्षा मेघ आकाश को ढक लेते हैं। तत्पश्चात् तीव्र गर्जन के साथ घनघोर वृष्टि होती है। चक्रवात के पीछे का भाग आता है तो वर्षा समाप्त हो जाती है और ओले भी पड़ते हैं। इसके पश्चात् मौसम स्वच्छ तथा सुन्दर हो जाता है। ओलों के गिरते समय बादल में गर्जन तथा विद्युत की चमक होती है। फिर सुखदायी मौसम का सूत्रपात होता है। केन्द्रीय भाग में आकाश स्वच्छ तथा वायु शान्त रहती है।

चक्रवातों का मौसम बड़ा विनाशकारी होता है, जिसमें बिजली की चमक तथा वायु के तीव्र झोंके बराबर आते रहते हैं। अधिकतर सुस्ती या आलस्यपूर्ण उष्णता का अनुभव होता है। चक्रवात के अग्र भाग में पृष्ठ भाग की अपेक्षा अधिक वर्षा होती है। यदि हवा के रुख में शीघ्र परिवर्तन होता है तो अल्प-कालिक सुहावना मौसम आ जाता है। दायीं ओर पृष्ठ भाग में जैसे ही झोंका गुजरता है, वर्षा रुक जाती है और धीरे-धीरे आकाश साफ हो जाता है।

5. समुद्री-तूफान में सहायक लहरें

समुद्र सदा गतिमान रहता है। जब समुद्र में तूफान आते हैं तो समुद्र की गति का उसमें विशेष सहयोग होता है; क्योंकि तूफान के समय समुद्र गति के घटक उसमें और भयंकरता ला देते हैं।

समुद्री तूफान में सहायक समुद्र गति के घटकों को भी जान लेना आवश्यक है। इन घटकों को हम तीन भागों में बाँट सकते हैं—(1) समुद्री लहरें (2) जल-धाराएँ (3) ज्वारीय तरंगें।

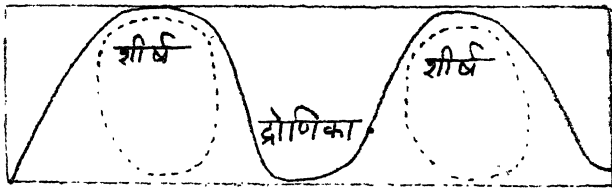
इन तीनों रूपों में ही समुद्र सदा चलायमान रहता है। लहरों की विशालता, जल-धाराओं की तेजी और गर्म-ठण्डापन तथा ज्वारीय तरंगों की ऊँचाई तूफान को विकराल रूप देते हैं।

सन् 1937 में बंगाल की खाड़ी में एक भीषण तूफान आया था। इस तूफान के कारण लहरों की गति और ज्वारीय तरंगों ने इतना विशाल रूप धारण किया कि लहरों ने दूर-दूर तक पहुँच कर स्थल भाग को तहस-नहस कर डाला। इस भीषण तूफान का कारण समुद्र के गतिमान रूपों का भयंकर रूप धारण करना ही था। इस तूफान ने 20 हजार नावों तथा 3 लाख मनुष्यों को अपने गर्भ में छिपा लिया था।

हम यहाँ समुद्र-गति के तीनों भागों का वर्णन कर रहे हैं, जो तूफान को भयं-कर रूप देते हैं।

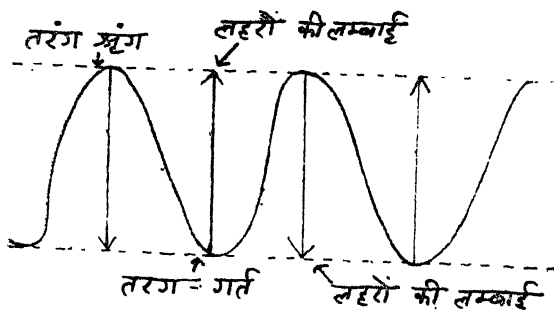
लहरें

समुद्र की सतह पर हवा के बहाव के द्वारा लहरों का निर्माण होता है। ये लहरें छोटी और बड़ी होती हैं और इनके छोटे-बड़े होने का कारण हवा की

गति पर निर्भर होता है। लहरें या तो बहुत कम दूर तक जाती हैं या हजारों मील की लम्बी यात्रा भी कर लेती हैं। जल की सबसे भयंकर गति उसकी लहरें हैं जो विनाश भी अधिक करती हैं और मनुष्य के मन में आतंक भी अधिक बिठाती हैं। लहरों की विशालता वायु के वेग तथा उसकी निरंतर बहते रहने की अवधि और समुद्र के निर्बाध फैलाव पर निर्भर है। भूमध्यसागर में जहाँ समुद्र का निर्बाध फैलाव कम है, तेज से तेज आंधी 16 फीट ऊँची लहरें उत्पन्न नहीं कर पातीं, जबकि अन्य बड़े समुद्रों में 900 मील तक के खुले समुद्र में 60 मील प्रति घण्टे की हवा 40 फुट तक ऊँची लहरें खड़ी कर देती हैं। कभी-कभी नाविकों ने 80 से 100 फुट तक ऊँची लहरें भी देखी हैं। परन्तु ये बहुत ही विरली होती हैं और तब उत्पन्न होती हैं जबकि दो बड़ी-बड़ी लहरें परस्पर टकरा जाएं। भयंकर तूफान में ऊँची लहरें उत्पन्न नहीं हो पातीं क्योंकि आंधी लहरों के ऊपरी भाग को तोड़ देती है और वायु की दिशा निरन्तर बदलती रहती है।

लहरों में जल का दोलन

जब लहर समुद्र में एक बार शुरू हो जाती है तो वह समुद्र के दूसरे छोर तक पहुँचकर ही दम लेती है। यह दिन रात आगे और आगे चलती जाती है और हजारों मील तक रास्ता पार कर जाती है। ज्यों-ज्यों यह आगे बढ़ती है, त्यों त्यों इसकी ऊँचाई तो घटती जाती है, किन्तु लहर की चौड़ाई और वेग बढ़ता जाता है। कई बार तो लहर का वेग बढ़ते-बढ़ते उस हवा से भी तेज हो जाता है, जिस हवा के कारण यह लहर उत्पन्न हुई थी। समुद्र के अन्दर होने वाले भूकम्पों के कारण

उत्पन्न हुई लहरें कभी-कभी 100 मील लम्बी हो जाती हैं और उनकी गति 500 मील प्रति घन्टा हो जाती है। लहर का सबसे ऊँचा उठा हुआ भाग तरंग-श्रृंग (Crest) कहलाता है तथा सबसे नीचे दबा हुआ भाग तरंग गर्त (Trough)। समु की सतह पर इसी प्रकार के कई श्रृंग और गर्तों का निर्माण होता रहता है। लहर का श्रृंग जितना आगे बढ़ता है, गर्त उतना ही पीछे रहता है। लहरों की लम्बाई-ऊँचाई श्रृंग और गर्त की दूरी नाप कर लगाई जाती है।

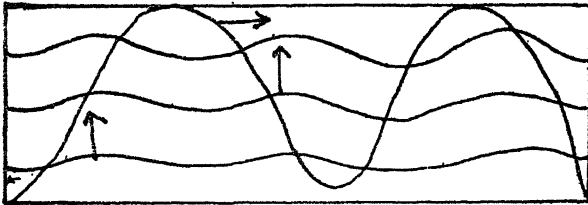
किसी लहर की ऊंचाई वायु के वेग, वायु की अवधि तथा समुद्र की चौड़ाई गहराई पर निर्भर होती है। सबसे ऊँची लहरें दक्षिणी महासागरों में उठती हैं। कारण दक्षिणी महासागर काफी फैले हुए हैं तथा वायु भी प्रचंड रूप से वहां चलती है। तूफान भी ऐसे समुद्रों में अधिक समय तक टिके रहते हैं।

लहरों की लम्बाई तथा ऊँचाई

प्रशान्त महासागर में एक बार 112 फुट ऊँची लहर देखी गई थी। तूफान के समय अक्सर लहरें बहुत ऊँची तथा लम्बी हो जाया करती हैं। ऐसी लहरें जहाजों तथा किनारों पर बसे नगरों के लिए विनाशकारी साबित होती हैं।

लहरों में गति

लहरों की गति, उनकी लम्बाई तथा जल की गहराई पर निर्भर होती है। जब लहरों की लम्बाई जल की गहराई से कम होती है तो उसकी गति केवल लम्बाई पर ही निर्भर होती है। फैले और खुले सागरों में लहरों की गति लहरों

की लम्बाई पर निर्भर होती है। किन्तु उथले तटों पर लहरों की गति जल की गहराई पर निर्भर होती है।

लहरों का जल उनके साथ कभी नहीं बहता। वह केवल अपने स्थान पर ही ऊपर-नीचे तथा आगे-पीछे होता रहता है। गहरे समुद्रों में जल की गति गोलाकार रूप में होती है। जब लहरें अपना विशाल और शक्तिशाली रूप धारण करती हैं तो तट पर स्थित चट्टानों पर उनका भीषण प्रहार होता है। दरारों में लहरों का जोशीला पानी घुसकर उन्हें तोड़ देता है। इसका कारण दरारों में वायु का दबकर विशृंखल हो जाना है। जब लहरों की मार सीधी पड़ती है तो तोड़-फोड़ अधिक होती है और यदि लहरें तिरछी मार करती हैं तो तोड़-फोड़ कम होती है।

लहरों में जल की गति

लहरों द्वारा समुद्र के किनारों और तटों में घिसावट द्वारा जो परिवर्तन होते हैं उन्हें अपरदन कहते हैं। लहरों द्वारा चार प्रकार से अपरदन होता है—

1. **जलीय क्रिया**— तटीय शैलों पर लहरों के जल का बड़ा शक्तिशाली प्रहार होता है।

2. **अपघर्षण क्रिया**— लहरों के उतार-चढ़ाव के कारण जब लहरों का जल तेज गति से दरारों में घुसता है और निकलता है तो दरारों में विद्यमान वायु के दबने और फैलने से चट्टानें चटककर टूट जाती हैं।

3. **संनिघर्षण क्रिया**— दरारों में भरा जल दीवारों को तोड़ देता है।

4. **अपघर्षण क्रिया**—और टूटने के कारण जब शिलाएं गिरती हैं तो एक-दूसरे से टकरा कर अन्य शिलाएँ भी टूटती हैं।

लहरों द्वारा यह तटीय अपरदन कई बातों पर निर्भर होता है। उपर्युक्त इन सभी क्रियाओं का होना तथा तीव्र गति से होना लहरों की गति, दिशा, उनका झुकाव, उनके भार और विशालता आदि पर निर्भर होता है। यदि लहरों के थपेड़े सीधे पड़ते हैं तो तोड़फोड़ अधिक होती है। तिरछी लहरें कम नुकसान करती हैं।

लहरों का प्रकोप

समुद्री तूफान में लहरों की प्रमुख भूमिका होती है। सबसे ज्यादा विनाश तो इन्हीं लहरों के कारण होता है। ये लहरें 50-60 फुट तक ऊँची उठती हैं।

एक अमेरिकन जहाज ने 1933 में समुद्र में आये तूफान में 112 फुट ऊँची विशाल, विकराल लहर देखी थी। वैसे भी समुद्र के मध्य में अक्सर विशाल लहरें किनारों से टकराकर बड़े-बड़े बांधों को तिनके की तरह बहा ले जाती हैं। समुद्री लहरें कभी-कभी प्रत्येक वर्ग फुट पर 800 मन वजन जितने शक्तिशाली प्रहार करती हैं। स्काटलैण्ड के किनारे पर बने 40 हजार मन वजनी पक्के कंकरीट के बाँध को एक ऊँची लहर ने एक ही थपेड़े में तहस-नहस कर दिया था। यहीं पर बने दोबारा 80 हजार मन वजनी दूसरे बांध को भी पाँच वर्ष बाद एक लहर ने तोड़ डाला था।

विशपराक नाम के प्रकाश-स्तम्भ में 100 फुट ऊँची लगी घण्टी को लहरें बहाकर ले गयी थीं। और तो और 196 फुट ऊँची औरगेन के पास बने एक स्तम्भ पर स्थित घुमाने वाली मशीन को लहरों ने बहा दिया था। लहरों की विशालता का अनुमान इसी से लग जाता हैं।

6. समुद्री तूफान में सहायक समुद्री जलधाराएं

समुद्र की दूसरी गति जलधाराएं हैं, जो चक्रवातों को प्रभावित करती हैं। इनमें महासागरों की ऊपरी सतह का जल निश्चित दिशा में लगातार चला करता है। महासागरीय जल में तल पर स्थल की नदियों की भांति धाराओं की चाल स्पष्ट दिखाई पड़ती है। विभिन्न महासागरों की धाराओं की चाल भिन्न-भिन्न होती है। इनकी औसत चाल 3 से 10 किलोमीटर प्रति घण्टा तक होती है। सागरों में इस प्रकार की धाराओं के उत्पन्न होने के कई कारण बतलाये जाते हैं। ये कारण विभिन्न अवस्थाओं में अलग-अलग या सम्मिलित रूप में धाराओं की उत्पत्ति के कारण होते हैं। निम्नलिखित कारण उनकी उत्पत्ति के सम्बन्ध में उल्लेखनीय हैं—

(1) वर्ष भर कड़ी गर्मी पड़ने के कारण भूमध्यरेखीय प्रदेशों के महासागरों का जल गर्म होता रहा है और गर्म होने के कारण हल्का भी हो जाता है। गर्म जल की सतह पर बहने वाली हवाएं भी इसके प्रभाव में आकर गर्म हो जाती हैं और हल्की होकर ऊपर उठती हैं। इनका स्थान लेने ठण्डी हवाएं आस-पास से आगे बढ़ती हैं और तेज गति से बहने लगती हैं। तूफान का जब ऐसी हवाओं से सम्पर्क होता है तो वह और भीषण गति से आगे बढ़ता है। परन्तु ध्रुवीय प्रदेशों में सागरों का जल समुद्रों की सतह पर ध्रुवों की ओर प्रवाहित होने लगता है और ध्रुवीय प्रदेशों के सागरों का जल सागरीय तल पर भूमध्यरेखा की ओर चलता है। पहले भूगोल के विद्वानों का मत था कि सागरों में धाराओं के उत्पन्न होने का प्रमुख कारण सागरों की विभिन्न सतहों का तापमानान्तर ही हैं। परन्तु यह पूर्ण रूप से ज्ञात हो गया है कि तापमानान्तर का

प्रभाव कम पड़ता है और तापमानान्तर से उत्पन्न धाराएँ छोटी होती हैं।

(2) सागरों की सतह पर ऊष्मा के अनुसार वाष्पीकरण होता रहता है। सागरों का खारीपन वाष्पीकरण पर निर्भर करता है। जहाँ अधिक वाष्पीकरण होता है, वहाँ का जल अधिक खारी होता है। परन्तु नदियों एवं वर्षा के द्वारा स्वच्छ जल की पूर्ति से खारापन बढ़ने नहीं पाता। किन्तु फिर भी सागरों के विभिन्न भागों के जल में उष्णता, वाष्पीकरण एवं वर्षा में अन्तर के कारण विभिन्न मात्रा में लवणता पाई जाती हैं। जल में जितना अधिक खारापन होता है, वह जल उतना ही अधिक घना और भारी होता है। ऐसे सागरों में तूफान हल्के ही आते हैं। कारण, भारी जल के कारण पानी में ज्यादा ऊँची लहरें नहीं उठ पातीं और गति भी तीव्र नहीं होती। अधिक खारे जल के सागरों का घनत्व अधिक रहता है, जल भारी होता है तथा कम खारेपन के सागरों का घनत्व कम और जल हल्का होता है। अधिक घनत्व का भारी जल समुद्र की सतह में बैठ जाता है, जबकि कम घनत्व का हल्का जल सतह पर आ जाता है। सागरों की सतह पर जब विभिन्न घनत्व का जल एक-दूसरे से मिला हुआ होता है तो कम घनत्व वाले सागरीय सतह का जल अधिक घनत्व वाले सागरीय सतह की ओर प्रवाहित होने लगता है।

(3) पृथ्वी के परिभ्रमण के कारण धाराओं की आकृति गोलाकार हो जाती है। ऐसे स्थानों में तूफान के गोलाकार बवंडर उठने लगते हैं। ऐसी धाराओं पर भी फेरल का नियम लागू होता है। उत्तरी गोलार्द्ध में ये अपनी दायीं ओर तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में अपनी बायीं ओर मुड़ जाती हैं। उत्तरी एट-लांटिक सागर में कनारी धारा पर प्रभाव स्पष्ट दिखाई पड़ता है।

(4) सागरीय सतह पर चलने वाली धाराओं पर स्थायी हवाओं का भी गहरा प्रभाव पड़ता है। हवाएं अपनी दिशा में सतह के जल को घसीट लेती हैं, परन्तु जल के भारी होने के कारण वायु की अपेक्षा जल का प्रवाह मन्द गति से होता है। बीच-बीच में स्थल भाग के उपस्थित हो जाने के कारण धाराओं की दिशा सदा वायु की दिशा में नहीं रहने पाती, बल्कि भंग हो जाती है। भूमध्य-रेखीय प्रदेशों में हवाएं सतह के हल्के जल को बहा देती हैं। इस प्रकार का जल

अनुगमन धारा (Drift) कहलाता है। इसकी गति 2 किलोमीटर या 5 किलोमीटर प्रति घण्टा होती है। परन्तु हवाओं का प्रभाव इसकी अपेक्षा बहुत अधिक होता है; क्योंकि संसार की प्रमुख धाराओं का जन्म संमार्गी और पछुआ हवाओं के प्रभाव से ही हुआ है। इसका उत्तम उदाहरण हिन्द महासागर में मिलता है, जहां मानसूनी हवाओं द्वारा समुद्री धाराएं निश्चित दिशा में चलती हुई पाई जाती हैं। शीतकालीन और ग्रीष्मकालीन मानसून के दिशा-परिवर्तन के साथ-साथ धाराएं भी अपनी गति एवं दिशा को वायु के अनुकूल बना लेती हैं। तब समुद्री तूफान को हवा तथा इन धाराओं का एक साथ सहारा मिल जाता है।

पृथ्वी का आवर्तन, तट-रेखा की बनावट, जलमग्न बाधाएं तथा समुद्र-तल की रचना पर ही जलधाराओं की दिशा निर्भर करती है। प्राय: धाराएं वायु के प्रवाह में आगे बढ़ती हैं, किन्तु उनका पथ उपर्युक्त तथ्यों के आधार पर ही विकसित होता है।

धाराओं के प्रकार

उष्ण प्रदेशों का जल गर्मी के कारण कम हो जाता है। यह गर्म जल, धाराओं के द्वारा उत्तर तथा दक्षिण के उच्च अक्षांशों की ओर बहाकर ले जाया जाता है। अत: उष्ण प्रदेशों के जल की पूर्ति के लिए ध्रुवों की ओर से भूमध्यरेखा की ओर धाराएं चलने लगती हैं। ध्रुव प्रदेशों से भूमध्य रेखा की ओर चलने वाली धाराओं का जल ठण्डा होता है। जिस धारा का जल गर्म होता है, उसे गर्म धारा तथा जिसका जल ठण्डा होता है, उसे ठण्डी धारा कहते हैं। अत: उष्ण प्रदेशों से ध्रुवों की ओर गर्म धाराएं और ध्रुवों से भूमध्यरेखा की ओर ठण्डी धाराएं चलती हैं। गर्म धाराओं वाले क्षेत्र में तूफान, ठण्डी धाराओं वाले क्षेत्र की अपेक्षा अधिक व्यापक होता है।

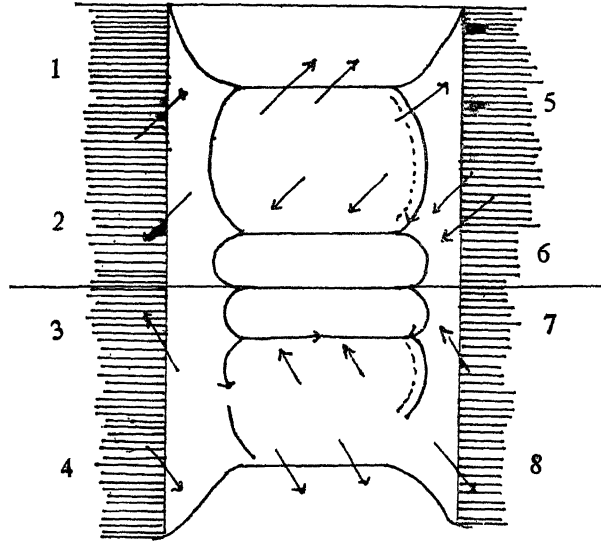
इस प्रकार हम महासागरीय-सतह पर दो प्रकार की—उष्ण तथा शीतल—धाराएं प्रवाहित होते देखते हैं और तूफान में दोनों का ही सहयोग प्राप्त होता है। एक का काम तूफान को शिथिल करना है तो दूसरी का उसे बढ़ाकर विकराल रूप देना है।

प्रशान्त महासागर की धाराएं

प्रशान्त महासागर में भूमध्यरेखीय प्रदेशों में उत्तरी भूमध्यवर्ती गर्म धारा (North Equatorial Current), भूमध्यवर्ती प्रतिधारा (Equatorial Counter Current) तथा दक्षिण भूमध्यवर्ती गर्म धारा (South Equatorial Current) बहती है। उत्तरी भूमध्यवर्ती धारा भूमध्य रेखा के उत्तर-मध्य अमरीका के तट की ओर से पूरबी द्वीप समूह की ओर मुड़ जाती है और एशिया के पूरबी तट के सहारे जापान द्वीप समूह के पूरबी भाग तक जाती है। इस भाग में इस धारा को क्यूरोसियो धारा कहते हैं। यह गर्म पानी की धारा होने के कारण अपना प्रभाव पूर्वोत्तर चीन, कोरिया और जापान पर उसी प्रकार डालती है, जैसे गल्फ स्ट्रीम उत्तरी-पूरबी संयुक्त राज्य अमरीका के सेन्ट लारेन्स खाड़ी के निकटवर्ती प्रदेश एवं न्यूफाउण्डलैंड पर। जापान द्वीप समूहों में तूफान इस गर्म धारा के कारण तेज गति प्राप्त करते हैं। यहां प्रायः छुटपुट तूफान आते ही रहते हैं। जापान के निकट यह धारा पछुआ धारा के प्रभाव में आकर पूरब की ओर मुड़ जाती है और उत्तरी अमरीका के पश्चिमी तट तक चली जाती है। पछुआ हवा के प्रभाव में आने पर यह धारा पछुआ वायु की अनुगमन-धारा (West wind Drift) कहलाती है।

जापान द्वीप-समूहों के दक्षिण से क्यूरोसियो की धारा की एक शाखा धारा अलग होकर द्वीपों के पश्चिमी तट के सहारे उत्तर में जापान सागर में चली जाती है। यह धारा सुशीमा धारा (Tsushima Current) के नाम से विख्यात है।

उत्तरी प्रशान्त महासागर में उत्तरी सागर से बेहरिंग जलडमरूमध्य से होकर एक ठण्डे पानी की धारा आती है, जो एशिया के पूरबी तट के सहारे क्यूराइल द्वीपों के दक्षिणी तट तक आती है। यह क्यूराइल की धारा या ओखोटस्क सागर की ठण्डी धारा के नाम से विख्यात है। इस धारा के कारण पूर्वोत्तरी एशिया के तट ब्लाडीबोस्टक तक कई महीने बर्फ से ढके रहते हैं। यह धारा जापान के पूरब में क्यूरोसियो से मिल जाती है, जिससे यह भाग घने कुहरे से ढक जाता है।

दक्षिणी भूमध्यवर्ती गर्म धारा प्रशान्त महासागर में भूमध्यरेखा के दक्षिण,

1. उत्तरी भूमध्य रेखीय धारा 2. विषवत रेखा की लौटने वाली धारा 3. दक्षिणी भूमध्य रेखीय धारा 4. पछुआ वायुजन्य समुद्री प्रवाह 5.पछुआ वायुजन्य समुद्री प्रवाह 6. संमार्गी हवायें 7. संमार्गी हवायें 8. पछुआ हवायें ।

दक्षिणी अमरीका के पश्चिमी तट से आस्ट्रेलिया तक पूरब से पश्चिम की ओर बहती है। आस्ट्रेलिया के पूरबी तट पर पहुंचते ही स्थली प्रभाव के कारण यह धारा दक्षिण की ओर मुड़ जाती है और आस्ट्रेलिया के पूरबी तट के सहारे आस्ट्रेलिया के दक्षिण तक चली जाती है। यहाँ यह पूरबी आस्ट्रेलिया की उष्ण धारा कहलाती है। यह धारा आगे बढ़कर पछुआ हवा के प्रभाव में आ जाती है और पछुआ वायु अनुगमन धारा के द्वारा दक्षिणी अमरीका के पश्चिमी तट तक चली जाती है और पुनः महाद्वीपीय प्रभाव के कारण यह दक्षिणी अमरीका के पश्चिमी तट के सहारे दक्षिण से उत्तर की ओर चलने लगती है। यहां यह धारा हमबोल्ट धारा (Humbolt Current) या पीरू की धारा कहलाती है। यह ठण्डे पानी की धारा है। आगे बढ़ने पर यह धारा दक्षिणी भूमध्यवर्ती धारा से

मिल जाती है।

भूमध्यवर्ती प्रतिधारा उत्तरी तथा दक्षिणी भूमध्यवर्ती गर्म धाराओं के बीच पश्चिम से पूरब की ओर चलती है और मध्य अमरीका के पश्चिमी तट के समीप जाकर दो भागों में विभक्त हो जाती है। उत्तर की शाखा उत्तर की ओर बढ़कर उत्तरी भूमध्यवर्ती धारा में मिल जाती है और दक्षिण की शाखा तट के सहारे बहने वाली गर्म धारा एलनीनो (El-nino) के नाम से विख्यात है। फरवरी और मार्च के महीने से यह धारा अपना स्पष्ट रूप धारण कर लेती है।

उपर्युक्त धाराओं के अलावा उत्तरी प्रशान्त महासागर के पूरबी भाग में एक प्रकार की चक्करदार धारा चलती है। हवाई द्वीपसमूह एवं एलूशियन द्वीप-समूहों के बीच इसका प्रभाव रहता है!

अन्ध महासागर की धाराएं

प्रशान्त महासागर की भांति अन्ध महासागर में भी भूमध्यरेखा के उत्तर और दक्षिण में कई गर्म और ठण्डे पानी की धाराएं चलती हैं। भूमध्यरेखा के ऊपर भूमध्यरेखीय प्रदेश में उत्तरी भूमध्यवर्ती गर्म धारा पूरब से पश्चिम को बहती है। यह धारा दक्षिणी अमरीका के सेन रोक अन्तरीप से टकराकर दो भागों में विभक्त हो जाती है। इसकी पहली शाखा पश्चिमी द्वीप समूहों के दक्षिण से होकर मेक्सिको की खाड़ी में प्रवेश करती है। मेक्सिको की खाड़ी में प्रवेश करने वाली शाखा खाड़ी के तट के किनारे-किनारे चलकर फ्लोरिडा प्रायद्वीप के आगे बढ़कर उत्तर-पूरब की ओर मुड़ जाती है। यहां यह धारा फ्लोरिडा की धारा के नाम से पुकारी जाती है। दूसरी शाखा पश्चिमी द्वीप-समूहों से उत्तर की ओर से जाकर बहामा द्वीप समूहों के पास फ्लोरिडा की धारा से मिल जाती है।

फ्लोरिडा की धारा आगे बढ़कर उत्तरी भूमध्यरेखीय धारा की दूसरी शाखा के साथ मिल जाती है। यह सम्मिलित धारा संयुक्त राज्य अमरीका के पूरबी तट के साथ साथ न्यूफाउण्डलैंड तक उत्तर-पूर्व दिशा में जाती है। यह धारा गल्फ स्ट्रीम (GulfStream) के नाम से विख्यात है। न्यूफाउण्डलैंड के दक्षिणी-पूरबी भाग में आते ही यह धारा पछुआ हवा के प्रभाव में आकर बहती है।

पछुआ हवा के प्रभाव में आने पर यह धारा पछुआ वायु-अनुगमन धारा के नाम से ग्रेट ब्रिटेन के पश्चिम तक चलती है। इसको उत्तरी अन्ध महासागर की उष्ण धारा भी कहते हैं। यह धारा दो भागों में विभक्त हो जाती है। एक शाखा ठीक पूरब दिशा की ओर चलकर पुर्तगाल तट के समीप आकर दक्षिण की ओर मुड़ जाती है और दूसरी शाखा ब्रिटिश द्वीपसमूह के पश्चिम से होती हुई नार्वे तक चली जाती है। आयरलैण्ड के पश्चिम में इस शाखा की एक उपशाखा उत्तर की ओर आइसलैंड तक जाती है और पुन: पश्चिम की ओर मुड़कर पूरबी ग्रीनलैण्ड की धारा से मिल जाती है।

उत्तरी एटलांटिक महासागर की धारा की वह शाखा से जो दक्षिण की ओर जाती है, कनारी की धारा के नाम से विख्यात है। यह धारा पुर्तगाल तट से आगे बढ़कर अफ्रीकी तट के साथ कनारी द्वीप समूहों तक जाकर उत्तरी भूमध्य-रेखीय धारा में मिल जाती है। यह धारा उच्च अक्षांशों की ओर से जाती है! अत: ठण्डे पानी की धारा है।

उत्तरी एटलांटिक धारा की जो शाखा नार्वे तक जाती है, वह नार्वे की धारा कहलाती है। वह नार्वे के उत्तर की ओर मुड़ जाती है और ग्रीनलैण्ड के पूरबी तट तक पहुंचकर दक्षिण की ओर प्रवाहित होने लगती है। यहां यह धारा पूर्वी ग्रीनलैण्ड की धारा कहलाती है। यही धारा ग्रीनलैण्ड के दक्षिण तट पर फिर पश्चिमी तट के सहारे चलती हुई बेफिन की खाड़ी में प्रवेश करती है। इसकी एक शाखा लेब्रेडोर की धारा में मिल जाती है और यही धारा आगे बढ़कर न्यू फाउण्डलैण्ड के दक्षिण-पूरब में गल्फ स्ट्रीम से मिल जाती है। लेब्रेडोर के तट पर यह धारा लेब्रेडोर की शीत धारा के नाम से विख्यात है। उच्च अक्षांश के सागरों से आने के कारण यह धारा ठंडी धारा है।

दक्षिणी एटलांटिक सागर में भूमध्यरेखा के दक्षिण दक्षिणी भूमध्य रेखीय धारा पूरब से पश्चिम की ओर प्रवाहित होती है। यह दक्षिणी पूर्वी सम्मार्गी वायु के प्रभाव से बहती है। दक्षिणी अमरीका के सेन रोक अन्तरीप के प्रभाव से यह धारा दो भागों में विभक्त हो जाती है। एक शाखा तट के साथ-साथ उत्तर की ओर जाकर उतरी भूमध्यरेखीय धारा की दक्षिणी शाखा से मिल जाती है

तथा दूसरी शाखा ब्राजील तट के सहारे दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है, जो ब्राजील की गर्म धारा के नाम से प्रसिद्ध है। दक्षिणी अमरीका के पूरबी तट के मध्य से यह धारा पूरब की ओर मुड़ जाती है।

दक्षिणी प्रशान्त महासागर की पछुआ वायु का जल-अनुगमन केपहार्न अन्तरीप (Cap Horn) के पास अपनी एक उप शाखा दक्षिणी अमरीका के पूर्वी तट पर होकर प्रवाहित करता है। यह धारा फाकलैण्ड की धारा के नाम से पुकारी जाती है। उच्च अक्षांशों की ओर से आने के कारण यह ठण्डी धारा है।

दक्षिणी प्रशांत महासागर की पछुआ वायु की अनुगमन धारा दक्षिणी अमरीका के पास से दक्षिणी अटलांटिक महासागर में प्रवेश करती है। इस धारा को दक्षि ा ध्रुवीय शीत धारा (Antarctic Cold Drift) कहते हैं। यह वास्तव में दक्षिणी ध्रुव सागर में ही पछुआ हवा के प्रभाव में पश्चिम से पूर्व की ओर लगातार पृथ्वी के चारों ओर प्रवाहित होती है।

दक्षिणी एटलांटिक महासागरके दक्षिण में एन्टार्कटिक ठण्डी धारा की एक शाखा उत्तर पूरब की ओर प्रवाहित होकर दक्षिणी अफ्रीका के पश्चिमीं तट पर पहुँचती है। अफ्रीका के पश्चिमी तट के सहारे आगे बढ़कर यह धारा दक्षिणी भूमध्यरेखीय धारा में मिल जाती है।

उत्तरी भूमध्यरेखीय धारा के मध्य दक्षिणी अमरींका के पूरब में इन धाराओं के द्वारा बहुत-सा जल एकत्र हो जाने के कारण एक धारा पूरब की ओर प्रवाहित होने लगती है, जो इन धाराओं के विपरीत दिशा में बहने के कारण भूमध्यरेखीय प्रतिधारा के नाम से पुकारी जाती है। इस धारा के उत्पन्न होने का कारण पृथ्वी का परिभ्रमण भी कहा जाता है।

हिन्द महासागर की धाराएँ

हिन्द महासागर की धाराएँ वायु से अधिक प्रभावित हैं। उत्तरी हिन्द महासागर में उत्तरी भूमध्यरेखीय धारा ग्रीष्म काल में पूरब से पश्चिम की ओर तथा शीतकाल में पश्चिम से पूरब की ओर चलती हैं। शीतकाल में उत्तरी भूमध्य रेखीय धारा उत्पन्न हो जाती है और 7° दक्षिणी अक्षांश पर एक भूमध्य रेखीय

विपरीत धारा भी विकसित हो जाती है, जिस पर गर्मी के मानसून का प्रभाव पड़ता है। यही धारा गर्मी के दिनों में पश्चिम में अफ्रीका के पूरबी तट पर जाकर उत्तर की ओर मुड़ जाती है और तट के सहारे-सहारे पूरब की ओर चलती हुई अरब सागर तथा बंगाल की खाड़ी पार करती हुई मलाया के पश्चिमी तट पर पहुंच कर दक्षिण की ओर मुड़ जाती है और सुमात्रा के पश्चिम से होकर आगे बढ़ने पर अपने पूर्व रूप में आ जाती है। अरब सागर एवं बंगाल की खाड़ी में इसका सिलसिला मानसून प्रवाह (Monsoon Drift) के नाम से प्रसिद्ध है। इसी धारा के कारण बंगाल की खाड़ी में अक्सर प्रलयंकारी तूफान आते रहते हैं। मानसून के प्रवाह में यह धारा प्रमुख सहयोग देती है। ग्रीष्मकाल में उत्तरी भूमध्यरेखीय धारा का लोप हो जाता है। जाड़े की ऋतु में इस धारा की दिशा गर्मी की ऋतु के ठीक विपरीत हो जाती है।

दक्षिणी हिन्द महासागर में भूमध्यरेखा के दक्षिण में दक्षिणी भूमध्यरेखीय धारा प्रवाहित होती है। यह धारा दक्षिणी-पूरबी संमार्गी हवा के प्रभाव में वर्ष भर एक दिशा में पूरब से पश्चिम की ओर बहती है। मेडागास्कर के पूरब में यह धारा दक्षिण-पश्चिम की ओर मुड़ जाती है। यहाँ यह धारा आगुलहास की धारा के नाम से पुकारी जाती है, जो आगे बढ़कर पछुआ हवा के प्रभाव से पूरब की ओर मुड़ जाती है।

उत्तरी भूमध्यरेखीय धारा की एक शाखा पूरबी अफ्रीका के तट के साथ-साथ मेडागास्कर द्वीप के पश्चिम से होकर दक्षिण की ओर भी प्रवाहित होती है। यह धारा मुजाम्बिक की धारा या आगुलहास की धारा से मिल जाती है।

यह सम्मिलित धारा पछुआ हवा के प्रभाव में पूरब की ओर मुड़कर आस्ट्रेलिया के पश्चिमी तट पर पश्चिमी आस्ट्रेलिया की धारा कही जाती है। यह धारा ठंडे पानी की धारा है। यह आगे बढ़कर दक्षिणी भूमध्य-रेखीय धारा से मिल जाती है।

हिन्द महा सागर में अन्य सागरों की भाँति प्रतिधाराएँ अच्छी प्रकार विकसित नहीं हैं। नाममात्र के लिए दक्षिणी भूमध्यरेखीय और उत्तरी भूमध्यरेखीय धाराओं के मध्य जाड़े की ऋतु में यह प्रवाहित होती है।

ग्रीष्मकालीन मानसून वायु

एशिया में मई से अक्टूबर तक दक्षिणी-पश्चिमी मानसून हवा से प्रभावित धाराएँ पश्चिम से पूरब को चलती हैं।

नवम्बर से अप्रैल तक एशिया के दक्षिणी तट पर पूरब से पश्चिम को उत्तरी-पूरबी मानसून से प्रभावित धारा चलती है। वह पूरबी अफ्रीका के समीप पूरब की ओर मुड़कर उत्तरी भूमध्य रेखा की गर्म धारा से मिल जाती है और उसकी दिशा बदल देती है।

इस महासागर में वायु एवं जलधाराओं का पारस्परिक गहरा सम्बन्ध स्पष्ट प्रकट होता है।

धाराओं का प्रभाव

धाराएँ जिस तट के निकट से होकर गुजरती हैं, उस तट के तापमान पर उनका प्रभाव अवश्य होता है। गर्म धाराएं निकटवर्ती स्थल भाग के तापमान को ऊँचा कर देती हैं, परन्तु ठण्डी धाराओं के कारण तापमान गिर जाता है। गर्म हवाओं का प्रभाव पश्चिमी यूरोप, उत्तरी अमरीका के पूर्वी तट एवं पश्चिमी तट का कुछ भाग और जापान के ऊपर सर्वविदित है। इनके प्रभाव से उच्च अक्षांश के वे भाग भी वर्ष भर खुले रहते हैं, जहां साधारण तौर से जाड़े में बर्फ जम जाना चाहिए। अर्थात् गर्म धाराएं निकटवर्ती ठंडे भाग को गर्म करके जल-वायु में परिवर्तन ला देती हैं। इसके विपरीत ठण्डी धाराएँ निकटवर्ती स्थानों को और भी ठण्डा कर देती हैं। खाड़ी की धारा तथा उत्तरी एटलांटिक की गर्म धारा के कारण सेंट लारेन्स की खाड़ी तथा नार्वे का तट वर्ष भर खुला रहकर व्यापार में सुविधा प्रदान करते हैं। यद्यपि इन्हें जाड़े में जम जाना चाहिए, किन्तु कैली-फोर्निया तथा कनारी की ठण्डी धाराओं से सुदूर दक्षिण तक के भागों में अपेक्षा-कृत अधिक ठण्डी रहती है। उत्तरी अन्ध महासागर एवं उत्तरी प्रशान्त महासागर की समतापी रेखाओं की ओर दृष्टि डालने पर प्रवाहित होने वाली गर्म धाराओं का प्रभाव स्पष्ट रूप से दिखाई देता है। धाराओं के प्रवाह की दिशा में समतापी

रेखाओं के झुकाव इस तथ्य के प्रत्यक्ष उदाहरण हैं।

धाराओं का उन हवाओं पर भी प्रभाव पड़ता है, जो उनके ऊपर से होकर बहती हैं। उष्ण धाराओं के ऊपर से होकर बहने वाली हवाओं में उष्णता आ जाती है, जिससे उनमें वाष्पीकरण की शक्ति बढ़ जाती है और वे हवाएँ अधिक वाष्प धारण कर लेती हैं। इसके विपरीत ठण्डी धाराओं पर से होकर गुजरने वाली हवाएँ भी ठण्डी हो जाती हैं और उनकी वाष्पीकरण की शक्ति कम हो जाती है।

गर्म धाराओं के ऊपर से होकर चलने वाली हवाएँ वाष्प से पूर्ण होकर जब स्थल पर प्रवेश करती हैं तो पर्वतीय रुकावट पाकर काफी वर्षा करती हैं। ऐसे स्थली भागों की वर्षा धाराओं पर बहुत कुछ निर्भर करती है। उष्ण धाराओं के कारण वायु में अधिक वाष्प धारण करने की शक्ति आ जाती है, जो अधिक वर्षा का कारण है। पश्चिमी यूरोप एवं उत्तरी अमरीका के बैंकुवर तट पर इसका प्रभाव स्पष्ट दिखाई पड़ता है। तटीय भागों में वर्षा अधिक होती है। ब्रिटिश द्वीप समूहों के पश्चिमी तटों पर 500 सेन्टीमीटर तक वर्षा होती है। उत्तरी एटलांटिक सागरमें उत्पन्न होने वाले चक्रवातों एवं प्रतिचक्रवातों पर भी धाराओं का प्रभाव पड़ता है, जिससे वर्षा में वृद्धि होती है।

7. समुद्री तूफान में सहायक ज्वार और ज्वारीय तरंगें

ज्वार सागरीय जल की तीसरी गति है। इसमें सागरों का जल चन्द्रमा एवं सूर्य के आकर्षण के कारण अपनी सतह से बहुत ऊंचा उठ जाता है। सागरों में जल का ऊँचा उठना ज्वार (tide) कहलाता है।

सागर में उठे तूफान का कारण ज्वार के समय उसमें उठी तरंगें भी होतीं हैं। जब सागर में ज्वार आता है तो समुद्र का पानी सतह से ऊंचा उठकर किनारे की ओर तेजी से बढ़ता है। ज्वार के समय लहरें पचास या साठ फुट तक ऊंची उठती हैं और इनका प्रभाव सामान्यतया 600 फुट की गहराई तक होता है। ज्वार के समय यदि समुद्र में तूफान आ जाये तो वह विकराल रूप धारण कर लेता है। ऐसे समय लहरों के थपेड़े बड़े-बड़े बांधों, चट्टानों, जहाजों तथा किनारों पर बसी मीलों तक की आबादी को जलमग्न कर देते हैं। ये लहरें अपने साथ टनों पानी ले जाती हैं।

सन् 1953 में ज्वार के समय यूरोप में आये भयंकर तूफान ने खण्ड-प्रलय का दृश्य उपस्थित कर दिया था। समुद्री लहरें बांध को तोड़कर तट के निकट वाले नगरों में घुस गईं। अनेक मकान इन विशाल और भयंकर लहरों के थपेड़े में आकर चूर-चूर हो गये।

इसके प्रभाव में सैकड़ों व्यक्ति मारे गये और हजारों बेघर हो गये। ब्रिटिश स्टीमर 'प्रिंसेज विक्टोरिया' डूब गया, जिसमें लगभग 150 व्यक्तियों की मृत्यु हुई। अन्य कई जहाज लहरों के थपेड़ों द्वारा दूर फेंक दिये गये। तट के नगर लाशों के द्वीप बन गये। कहा जाता है, यूरोप का यह सबसे बड़ा तूफान था।

ज्वार के कारण

सागरों में ज्वार की उत्पत्ति का कारण चन्द्रमा तथा सूर्य की आकर्षण-शक्ति है। इस शक्ति का पृथ्वी के स्थल पर तो प्रभाव नहीं पड़ता, परन्तु जल का भाग आकर्षित हो जाता है और सागरों में ज्वार उत्पन्न हो जाता है। इसी कारण सबसे ऊँचा ज्वार उस समय उठता है, जिस दिन चन्द्रमा पूर्ण होता है या नया होता है अर्थात् पूर्णिमा या अमावस्या के दिन। ज्वार उठने के समय का अन्तर प्रत्येक स्थान पर एक-सा नहीं होता। यह एक ही स्थान पर भी भिन्न होता है। प्रसिद्ध वैज्ञानिक न्यूटन ने ज्वार एवं चन्द्रमा का सम्बन्ध गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational force) से नियंत्रित पाया है। पृथ्वी एवं चन्द्रमा एक-दूसरे को अपनी ओर खींचते हैं। चन्द्रमा पृथ्वी के समीपवर्ती भाग को दूरवर्ती भागों की अपेक्षा अपनी ओर अधिक शक्ति से खींचता है।

दीर्घ ज्वार ठीक उस समय नहीं पैदा होता है, जब चन्द्रमा ठीक सिर पर होता है। इसके उत्पन्न होने का समय चन्द्रमा के मध्याह्न रेखा के पार करने के पश्चात् होता है। चन्द्रमा की आकर्षण-शक्ति के क्षैतिज अंग जल में गति उत्पन्न करते हैं, जो जल के ऊँचा उठने का कारण होता है।

जब पृथ्वी अपनी अक्ष रेखा पर परिभ्रमण करती है तो चन्द्रमा भी उसी दिशा में पृथ्वी के साथ घूमता है। फलस्वरूप अपने अक्ष पर पूरा चक्कर करने के पश्चात् उसी स्थान को चन्द्रमा के नीचे आने में कुछ समय और लग जाता है। अतः प्रत्येक दिन ज्वार पिछले दिन से कुछ देर में होता है। यह अन्तर लगभग 52 मिनट का होता है। यद्यपि यह कम या अधिक होता रहता है। इस प्रकार दो ज्वारों के मध्य का समय 2 घण्टा 26 मिनट के लगभग होता है।

ज्वार उत्पन्न करने में चन्द्रमा के साथ सूर्य का भी प्रभाव रहता है। सूर्य की आकर्षण-शक्ति चन्द्रमा की अपेक्षा दूर है। अतः सूर्य का ज्वार पर कम प्रभाव पड़ता है। अधिक दूर होने के कारण ज्वार उत्पन्न करने वाली शक्ति का अन्तर उस शक्ति का 1/30 होता है, जो चन्द्रमा पृथ्वी के केन्द्र पर डालता है। इस तरह ज्वार उठने का कारण आकर्षण तथा अपकेन्द्र बल का अन्तर होता है। गणना से ज्ञात होता है कि सूर्य की ज्वार उत्पन्न करने वाली शक्ति चन्द्रमा का

ज्वार उत्पन्न करने वाली शक्ति का 4/9 होती है।

जब सूर्य, चन्द्रमा और पृथ्वी एक सीध में आ जाते हैं तो ज्वार साधारण ज्वार से ऊँचा होता है; क्योंकि ऐसी दशा में सूर्य एवं चन्द्रमा की शक्तियाँ साथ-साथ कार्य करती हैं। इस प्रकार की स्थिति पूर्णिमा तथा अमावस्या को होती है। इन दिनों ज्वार अधिकतम ऊँचा तथा लघुतम न्यून होता है। इनको पूर्ण ज्वार (Spring tide) कहते हैं।

इसके विपरीत अष्टमी के दिन जब अर्द्ध चन्द्र रहता है तो उपर्युक्त चन्द्र एवं सूर्य की शक्तियाँ 90° के कोण पर मिलती हैं। इस दशा में लघु तथा दीर्घ ज्वार और सामान्य स्थिति में कम अन्तर मालूम होता है। अर्थात् सामान्य ज्वार की तुलना में उच्च ज्वार कम ऊँचा तथा लघु ज्वार कम नीचा होता है। ये लघुतम ज्वार (Neap tides) कहलाते हैं।

चन्द्रमा एक दीर्घवृत्ताकार कक्षा (Elliptical Orbit) पर पृथ्वी की परिक्रमा करता है। अतः वह कभी पृथ्वी के समीप आ जाता है, कभी अपेक्षाकृत दूर। चन्द्रमा की समीप की स्थिति उपभू (Perigee) और दूर की स्थिति अपभू (Apogee) कहलाती है। चूंकि ज्वार उत्पन्न करने वाली शक्तियाँ अपनी घनात्मक दूरी के कारण इन विपरीत दशाओं में भिन्न होती हैं। अतः जब चन्द्रमा उपभू स्थिति में रहता है तो ज्वार सामान्य ज्वार से 20 प्रतिशत ऊँचा होता है और जब चन्द्रमा अपभू स्थिति में रहता है तो ज्वार सामान्य ज्वार से 20 प्रतिशत नीचा रहता है। इसी प्रकार का अन्तर ज्वार में उस दशा में भी पाया जाता है, जब सूर्य की शक्ति उपसौर तथा अपसौर की दशाओं में भिन्न होती है।

ज्वारीय धाराएँ
(Tidal Currents)

पृथ्वी के परिभ्रमण के कारण प्रत्येक स्थान पर बारी-बारी से ज्वार उठता है। यही नहीं, बल्कि ज्वारीय स्थान भी सागर-तलों पर चलनशील ज्ञात होते हैं। सागरों में ज्वारीय स्थानों का चलना ही ज्वारीय धाराओं की उत्पत्ति है। ये धाराएं पृथ्वी के परिभ्रमण की विपरीत दिशा में चलती हुई पृथ्वी का चक्कर लगाती हुई जान पड़ती हैं। धरातल पर सागरों के क्रमबद्ध न होने के कारण

इनकी गति में अवरोध उत्पन्न हो जाता है। खुले महासागरों से जैसे दक्षिण सागर में धाराएं समय से चलती हैं। धाराओं के सम्बन्ध में निम्न दो परिकल्पनाएं की गई हैं।

प्रगतिशील तरंग परिकल्पना
(The Progressive Wave Theory)

यह परिकल्पना स्थली प्रभाव पर निर्भर है। उससे यह ज्ञात होता है कि उन सब स्थानों पर जो एक देशान्तर रेखा पर स्थित होते हैं, एक समय ज्वार उत्पन्न होता है, जब चन्द्रमा मध्याह्न रेखा पर रहता है। किन्तु इसके दो अपवाद हैं—

(क) सम्पूर्ण पृथ्वी चतुर्दिक जल से वेष्ठित मानी गई है और ज्वार को लहरों का प्रतिरूप मानते हैं। इसमें उच्च ज्वार ऊर्ध्व और लघु ज्वार गर्त माना गया है और ज्वार-तरंगें पृथ्वी के चारों तरफ नियमित गति से चलती हुई मानी गई है।

(ख) तरंगों की गति पर महाद्वीप एवं अन्य स्थली भागों का गहरा प्रभाव पड़ता है। यदि पृथ्वी का गोला चारों ओर से जल से घिरा रहता तो लहरें पूरब से पश्चिम इसके चारों ओर अबाध रूप से चलतीं। परन्तु मध्य में स्थलीय भागों की उपस्थिति ऐसी प्रगति में बाधा उत्पन्न कर देती है। केवल दक्षिण महासागर में जल के लगातार होने से ज्वारीय धाराएँ सुगमता से पूरब से पश्चिम चन्द्रमा का अनुसरण करती हैं। ज्योंही ये धारायें अन्ध महासागर के खुले भाग से होकर गुजरती हैं तो गौण धाराएँ अन्ध महासागर में उत्तर की ओर चलने लगती हैं। इसी प्रकार की गौण धाराएँ प्रशान्त एवं हिन्द महासागरों में भी उत्पन्न हो जाती हैं। इन गौण धाराओं की गति सागरों के मध्य में अधिक और किनारों पर कम होती है।

सम-ज्वार रेखाएँ

सम-ज्वारीय रेखाएँ (Co-tidal Waves) उन स्थानों को पार करती हैं,

जहां उच्च ज्वार एक ही समय उत्पन्न होता है। इन पर अंकित संख्याएँ पूर्णिमा के दिन उच्च ज्वार के ग्रीनविच के समय को सूचित करती हैं। अन्ध महासागरों में ज्वारीय तरंगें मध्य के गहरे जल में तटीय उथले जल की अपेक्षा अधिक तेज गति से चलती हैं। इनका ऊर्ध्व टेढ़ा हो जाता है। ज्यों-ज्यों तरंगें उत्तर की ओर बढ़ती जाती हैं, टेढ़ापन बढ़ता जाता है। यूरोपीय तट पर पहुँचते ही इनकी दशा बदल जाती है।

मध्य अन्ध महासागर में इनकी चाल 960 किलोमीटर या 1,120 किलोमीटर प्रति घण्टा रहती है, जबकि इंगलैंड के पूरबी तट पर इनकी गति केवल 64 किलोमीटर प्रति घंटा रहती है। इस गति में अन्तर का कारण सागरों का गहरा, खुला एवं उथला होना है। खुले एवं गहरे सागरों में तरंगों की गति तीव्र होती है, किन्तु उथले सागरों में गति मन्द हो जाती है। ज्वारीय तरंगों की लम्बाई वह दूरी है, जो किसी सहायक सम ज्वार रेखा से उसी संख्या की दूसरी रेखा तक होती है।

ज्वार के प्रकार

ज्वार कई प्रकार के होते हैं, जिनमें चार मुख्य हैं—

(1) अर्द्ध दैनिक ज्वार (Twice daily tide)

(2) पूर्ण एवं लघुतम ज्वार (Spring and neap tide)

(3) संवृत सागर या दैनिक ज्वार (Closed Sea or daily tide)

(4) मिश्रित ज्वार (Mixed tide)

प्रथम प्रकार का ज्वार अन्ध महासागर के ब्रिटिश समूह के तटीय भागों में नित्य दो बार आता है। द्वितीय प्रकार का ज्वार पूर्णिमा तथाअमावस्या के दिन सबसे ऊंचा और नीचा ज्वार होता है। तृतीय प्रकार का ज्वार मेक्सिको की खाड़ी तथा फिलीपाइन द्वीप-समूह के आसपास दिन में एक बार उठता है। और दो बार नीचा होता है। यह दैनिक तथा अर्द्ध दैनिक ज्वार का मिश्रित रूप होता है।

ज्वार-तरंगों का प्रभाव

ज्वार-तरंगों का ऊंचा भाग ज्वार (Tide) और नीचा भाग भाटा (Ebb) कहलाता है। स्थल भाग के कारण इनके आकार में परिवर्तन होता है। खुले सागरों में ज्वार तथा भाटे का अन्तर अधिक नहीं होता है। यह अन्तर केवल कुछ मीटरों तक सीमित रहता है। बन्द सागरों में ज्वार-तरंगें और कम होती हैं, जैसे भूमध्य तथा बाल्टिक सागर में।

महाद्वीपीय किनारों पर ज्वारीय तरंगें विभाजित हो जाती हैं। संकरी घाटी में ज्वार-तरंगों की ऊँचाई साढ़े बारह मीटर पहुंच जाती है। अमरीकी तट की फण्डी की खाड़ी में ज्वारीय तरंगों की ऊंचाई 21 मीटर तक हो जाती है। ये तरंगें जब किसी के मुहाने से गुजरती हैं तो इनकी ऊँचाई और भी अधिक हो जाती है; क्योंकि एक तरफ से नदी का जल ढाल की ओर आता है और दूसरी ओर से ज्वार प्रवेश करता है। दोनों प्रकार के जल की टक्कर से जल की दीवार खड़ी हो जाती है। इसको ज्वारीय भित्ति या वेध (Bore or ager) कहते हैं।

तूफानों के साथ ज्वार की लहरें भी बड़ी तेज होती हैं जैसा कि बंगला देश के तूफान में हुआ। वास्तव में इन ज्वार की लहरों से जान-माल का भारी विनाश होता है। इन लहरों से द्वीप के द्वीप समुद्र की गोद में सो जाते हैं। जब लहरें तटवर्ती इलाकों में पहुंचती हैं तो और भी अधिक विनाश होता है। मौसम विशेषज्ञों का मत है कि 75 प्रतिशत क्षति इन्हीं ज्वारीय लहरों से होती है। भारत का पूर्वी तट, मद्रास, आंध्र प्रदेश, और बंगाल के तटवर्ती इलाके इन्हीं लहरों के शिकार होते हैं।

8. तूफान के संकेत—मेघ

यह तो सर्वविदित ही है कि पृथ्वी तल पर तीन भाग जल है और एक भाग स्थल। जल की सतह से निरन्तर पानी वाष्प बनकर ऊपर उठता रहता है। सूर्य की किरणें जब प्रचण्ड ताप लेकर जल की सतह पर पड़ती हैं तो वाष्पीकरण की गति और तीव्र हो जाती है। ग्रीष्म ऋतु में वाष्प बहुत अधिक बनती है। वाष्प साधारण वायु से ·64 गुणा हल्की होती है। इसीलिए समुद्र की सतह से ऊपर उठकर वायु में मिल जाती है। ज्यों-ज्यों वाष्प मिश्रित वायु ऊपर उठती है, त्यों-त्यों ठण्डी होती जाती है। ठण्डी वायु गर्म वायु से कम वाष्प धारण कर सकती है। इसीलिए वायु के ठण्डे होने के कारण वाष्प का कुछ अंश, जल के सूक्ष्म कणों के रूप में परिणत हो जाता है। अपनी सूक्ष्मता के कारण ये जल-कण वायु में ही अवलम्बित रहते हैं। ठण्डी वायु में जल धारण करने की शक्ति नहीं रहती, जिस सीमा पर वायु की यह शक्ति कम हो जाती है, वाष्प जलकण में बदलने लगती है। इस सीमा को संपृक्त बिन्दु कहते हैं। ऐसे असंख्य जलकण मिलकर मेघों का निर्माण करते हैं। मेघ जल के बहुत बारीक कणों का प्रतिरूप होता है। बादलों के छोटे-छोटे कण इकट्ठे होकर जब बड़े-बड़े कणों के रूप में बदल जाते हैं तो वायु से भारी हो जाने के कारण ये पृथ्वी पर गिर जाते हैं। जलकण के पृथ्वी पर गिरने को ही वर्षा कहा जाता है। कभी-कभी ऐसा भी देखा जाता है कि आकाश में बादल होते हुए भी वर्षा नहीं होती। इसका कारण यह है कि मेघ से जल की बूंदें पृथ्वी तल की ओर चलती तो हैं, लेकिन मार्ग में अधिक गर्म वायु के संपर्क में आने के कारण फिर से वाष्प बनकर वायु में मिल जाती हैं और वर्षा नहीं होने पाती।

बादलों के प्रकार

बादल मुख्य रूप से चार प्रकार के होते हैं। लेकिन ये बादल आकाश में हमेशा मिश्रित रूप में रहते हैं। इसीलिए इनको मिश्रित रूप में दस भागों में बाँटा गया है। पहले चार मुख्य प्रकार के बादल इस प्रकार हैं—(1) पक्षाभ मेघ (Cirrus Clouds) (2) स्तरी मेघ (Stratus Clouds) (3) कपसीले मेघ (Cumulus Clouds) तथा (4) वर्षी मेघ (Nimbus Clouds)।

(1) **पक्षाभ मेघ**—ये सफेद और सबसे अधिक ऊँचाई पर पाये जाते हैं। इस प्रकार के बादल वायुमण्डल में 10 से 15 किलोमीटर की ऊंचाई पर होने के कारण पृथ्वीतल पर इनकी छाया नहीं पड़ पाती। शाम के समय जब सूर्य

पक्षाभ मेघ (सबसे ऊँचे बादल)

अस्त होता है तो ये बादल चमकीले दिखाई पड़ते हैं। ये बादल छोटे-छोटे हिमकणों के बने होते हैं। इतनी ऊंचाई होने के कारण जलकण हिमकणों में बदल जाते हैं। साधारणतया चक्रवातों से पहले इस प्रकार के बादल आकाश में छा

स्तरी मेघ (परतदार बादल)

जाते हैं। ये बादल तूफानी मौसम के सूचक होते हैं। इस प्रकार के बादल वर्षा नहीं करते।

(2) **स्तरी मेघ** (Stratus clouds)—स्तरी मेघ आकाश में समान्तर पर्तों में एक छोर से दूसरे छोर तक फैले दिखाई पड़ते हैं। ये थोड़े घने होने पर भूरे रंग के दिखाई पड़ते हैं। ये पृथ्वीतल से 2 और 3 किलोमीटर की ऊँचाई पर होते हैं। इससे कम ऊँचाई पर होने पर इनका रंग काला हो जाता है। इनकी उत्पत्ति विकिरण द्वारा ताप के कम होने तथा भिन्न-भिन्न तापमान के वायु-समूहों के मिश्रण से होती है। ये मेघ स्थानीय हैं और इनके फटते ही आकाश साफ हो जाता है।

(3) **कपसीले मेघ** (Cumulus clouds)—कपसीले मेघ आकाश में छिटके होते हैं और बीच-बीच में नीला आकाश दिखाई पड़ता है। इनका निचला भाग चपटा होता है तथा चोटी फूल की भाँति होती है। संवहन धाराओं के द्वारा उठती हुई गर्म हवा से इनका सम्बन्ध रहता है। उष्ण तथा आर्द्र हवाएँ ऊपर उठकर फैल जाती हैं और उनका तापमान गिर जाता है और बादल बन जाते हैं। यही कारण है कि इस प्रकार के बादल अक्सर ग्रीष्म ऋतु में दोपहर

कपासी मेघ (तूफानी बादल)

के समय दिखलाई पड़ते हैं। इनका विस्तार अधिक होता है। इन बादलों का निचला भाग पृथ्वीतल से प्राय: डेढ़ किलोमीटर की ऊँचाई पर और ऊपरी भाग पृथ्वीतल से लगभग 5 से 7 किलोमीटर की ऊँचाई पर रहता है। ऊपरी भाग में जलकण हिमकणों के रूप में रहते हैं। इस प्रकार के बादलों से अक्सर बहुत

अधिक वर्षा होती है। ऊपरी भाग में हवाओं की शक्ति अधिक होने से इन बादलों का ऊपरी भाग मुड़ा हुआ होता है।

(4) **वर्षी मेघ** (Nimbus clouds)—इनके नाम से ही पता चलता है कि ये वर्षा करने वाले प्रमुख बादल हैं। ये इतने अधिक घने होते हैं कि सूर्य की किरणें इनमें प्रवेश नहीं कर पातीं। इनका रंग काला होता है। इनकी ऊँचाई

वर्षी मेघ (निम्बस)

भी अन्य बादलों की अपेक्षा कम होती है तथा इनकी आकृति भी निश्चित नहीं होती। ये प्राय: टेढ़े-मेढ़े होते हैं। पानी और तूफान के साथ इस प्रकार के बादलों की अधिकता होती है।

मेघों का वर्गीकरण

मेघों का वर्गीकरण निम्न प्रकार है—

(1) **पक्षाभ मेघ** (Cirrus)—ये मेघ कोमल और कम घने होते हैं। इनकी आकृति छितरे हुए रेशों जैसी होती है। ये बादल आपस में गुंथे नहीं रहते, वरन् एक दूसरे से पृथक् रहते हैं। ये प्राय: छायाहीन और सफ़ेद वर्ण के होते हैं। दूर से ये चिड़ियों के पंख जैसे लगते हैं। ये 30,000 से 40,000 फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(2) **पक्षाभ-स्तरी मेघ** (Cirro-stratus)—ये पतले स्तर के सफेद बादल होते हैं। कभी-कभी ये समस्त आसमान को पूर्णत: आच्छादित कर लेते

हैं, जिससे वे दूधिया [illegible] हैं। इसी दशा में हम उन्हें पक्षाभ-कपसीले Cirro-nebula कहते हैं। कभी-कभी ये उलझे हुए जाले (Web) जैसे प्रतीत होते हैं। इन बादलों से सूर्य अथवा चन्द्रमा की रूप-रेखा अस्पष्ट नहीं होती, परन्तु उसके प्रभा-मंडल (Haloes) बन जाते हैं। ये मेघ 2000 फुट से लेकर 33000 फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

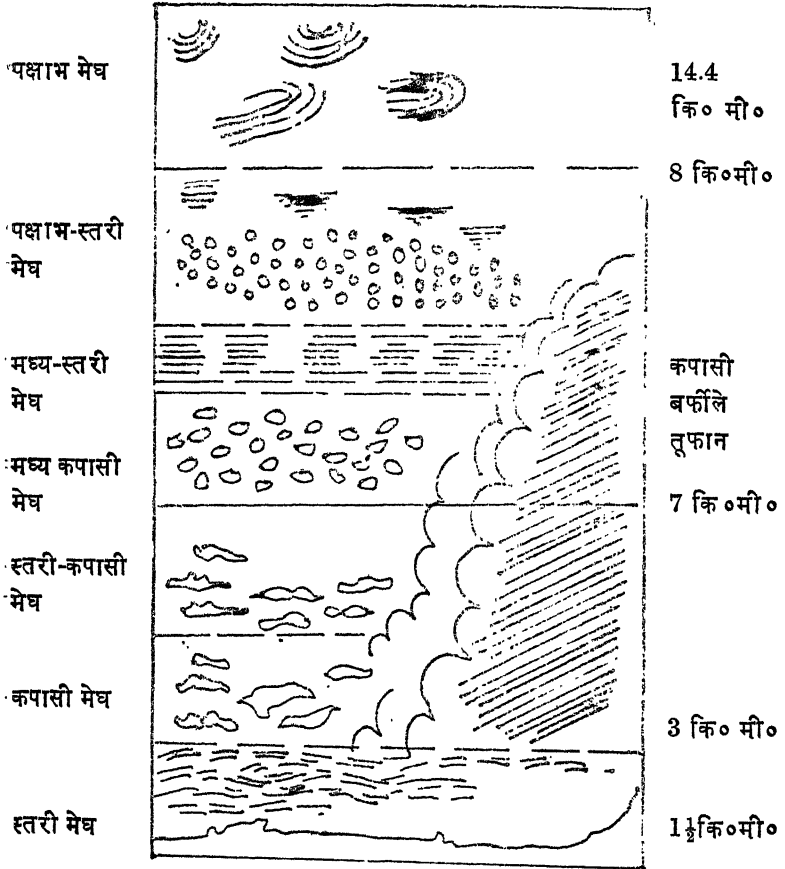
(3) **पक्षाभ-कपसीले मेघ** (Cirro-cumulus)—ये मेघ प्राय: दो रूपों में पाये जाते हैं। (1) छोटी-छोटी गोलाकार राशियों में तथा (2) छोटी-छोटी सफेद छायाहीन अथवा अल्प छायामय पट्टियों में। दोनों ही दशाओं में ये पंक्तियों या समूह में पाये जाते हैं। सूर्य के प्रकाश में ये चमक उठते हैं। ये मेघ 23,000 फुट से लेकर 33,000 फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(4) **स्तरीय मेघ** (Alto-stratus)—ये मेघ भूरे अथवा नीले वर्ण के मोटे स्तरों में होते हैं। इनमें सूर्य अथवा चन्द्रमा वैसे ही दिखलाई पड़ते हैं जैसे धुंधले कांच में, किन्तु उनके प्रभा-मण्डल (Haloes) नहीं दिखाई देते। ये 10,000 फुट से लेकर 20,0000 फुट की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(5) **कपासी मध्य मेघ** (Alto Cumulus)—ये सफेद अथवा भूरे रंग के अंशत: छायादार विशालकाय पुन्ज हैं। बहुधा ये परस्पर गुंथे रहते हैं, जिससे सिनारे स्पष्ट नहीं दिखाई देते। कभी-कभी ये पतले स्तरों में भी पाये जाते हैं। ये मेघ 13,000 फुट से लेकर 20,000 फुट की ऊंचाई तक पाये जाते हैं।

(6) **स्तरी-कपासी मेघ** (Strato Cumulus)— ये बादल काले रंग की विशाल गोलाकार राशियों से बने होते हैं। बहुधा ये सम्पूर्ण आकाश को ढंक लेते हैं। जाड़ों में ऐसा बहुत होता है। ये 3,000 फुट से लेकर 13,000 फुट तक की ऊंचाई पर पाये जाते हैं।

(7) **वर्षी मेघ** (Nimbus)–ये काले रंग के आकृतिहीन मोटे स्तर के होते हैं। इनके किनारे कटे-फटे होते हैं। प्रायः इनसे जल और हिम की वृष्टि होती है ये 600 की ऊंचाई से लेकर 10,000 फुट तक की ऊंचाई पर पाये जाते हैं।

(8) **कपासी मेघ** (Cumulus)— ये बादल काफी घने होते हैं। इनका ऊपरी भाग गुम्बज के समान गोलाकार होता है और उसमें गोभी के फूल की

विभिन्न ऊँचाइयों पर बादलों का स्तर

भाँति वर्धन होते हैं। इनकी निचली सींमा अथवा आधार क्षतिज एवं सपाट होता है। इनके आधार और शीर्ष का अन्तर 3 किलोमीटर तक पाया गया है। इससे इनके लम्बवत विकास के महत्व पर प्रकाश पड़ता है। इनका आधार धरातल से 3000 फुट से लेकर 10,000 फुट तक की ऊंचाई पर पाया जाता है। इनके विषय में यह लोकोक्ति प्रसिद्ध है—

"If wooly fleeces Spread the heavenly way,
Be Sure, no rain disturbs the Summur day."

(यदि आकाश में ऊनी गुच्छे फैल जाते हैं तो निश्चित जानो ग्रीष्म दिवस को वर्षा बाधा नहीं पहुँचायेगी।)

(9) **कपासी वर्षी मेघ** (Cumulo Nimbus)—इन्हें गर्जन मेघ (Thunder clouds) की भी संज्ञा दी गई है। ये काफी भारी होते हैं। इनकी आकृति पहाड़ों जैसी होती है। इनके आधार और शीर्ष का अन्तर 7 किलोमीटर तक पाया जाता है, जिससे प्रकट है कि इनमें लम्बवत विकास बहुत होता है। इनके ऊपरी भाग में बहुधा रेशेदार पर्त बन जाते हैं, जिन्हें हम (False Cirrus) कह सकते हैं। इन बादलों के नीचे वर्षुक मेघ सद्रश बादल पाये जाते हैं। इसके विषय में यह लोकोक्ति प्रसिद्ध है —

"A round topped cloud with flattened base
Carries rainfall in its face."

(10) **स्तरी मेघ** (Stratus clouds)— जैसा कि इनके नाम से प्रकट है—ये मेघ स्तरों के रूप में होते हैं। इनकी संरचना सर्वत्र एक सी होती है। ये कुहरे से मिलते-जुलते हैं। इनमें और कुहरे में केवल यह अन्तर है कि कुहरा पृथ्वी का संस्पर्श करता है और ये पृथ्वी से उठे रहते हैं। ये मेघ प्रायः स्थानीय होते हैं और इनके खण्डित होते ही नीला आकाश दृष्टिगोचर होता है। ये धरातल से लेकर 2500 फुट की ऊंचाई तक पाये जाते हैं।

मेघों की गर्जना

तूफान आने से पूर्व बादलों की भयंकर गर्जना होती है और बिजली भी

कौंधती है। । मेघों की गर्जना का कारण है—तापमान का घटना-बढ़ना। जब ताप-मान बढ़ता है तो हवा फैलती है और हल्की हो जाती है । परिणाम-स्वरूप यह ऊपर उठती है । तापमान जब कम हो जाता है, तो हवा सिकुड़ जाती है और नीचे की ओर बहने लगती है । इसी दौरान यदि हवा का संयोग वाष्प से हो जाता है तो अन्य परिवर्तन भी दिखाई पड़ते हैं । ठंडी हवा की तुलना में गर्म हवा, वाष्प के रूप में अधिक जल का संचय करती है । ये वाष्प-हवायें ऊपरी तापमान में पहुंचते ही तेजी से पिघलने लगती हैं । पानी की इन बूंदों में हमेशा विद्युत् संचा-रित रहती है । जिससे आसपास की हवा भी विद्युत के प्रभाव में आ जाती है । पानी की बूंदें भारी होती हैं । अतः उनमें प्रवाहित विद्युत धारा नीचे की ओर बढ़ती हैं तथा हवा में प्रवाहित विद्युत्-धारा ऊपर की ओर । इस प्रकार ये विद्युत धाराएं आपस में टकराती हैं । इस संघर्ष में कुछ विद्युत धाराएं साथ छोड़ देती हैं, इसी को हम 'बिजली गिरना कहते हैं । इससे जो आवाज होतीं है और खाली स्थान को भरने के लिए जो हवा दौड़ती है, उसकी आवाज़ आपस में टकराकर वायु मंडल में फैल जाती है । यही ध्वनि बादलों से टकराकर प्रतिध्वनि के रूप में जब सुनाई पड़ती है तो ऐसा प्रतीत होता है. जैसे बादल गरज रहे हों ।

9. तूफान का मुख्य कारण—हवाएँ

समुद्री तूफान का असली कारण हवाएं होती हैं, जिनसे तूफान की रचना होती है। हम जानते हैं कि हमारा वायुमण्डल विभिन्न प्रकार की हवाओं का पुंज है। पृथ्वी तल पर कुछ क्षेत्रों में हवाएं वर्ष भर लगातार एक ही निश्चित दिशा में चलती रहती हैं। सामान्यत: उनकी दिशा में कोई परिवर्तन नहीं होता। ये नियतवाही हवाएं कहलाती हैं। इन्हें सनातन हवाएं अथवा सदा चलने वाली हवाएं भी कहते हैं। ये हवाएं तीन प्रकार की हैं।

(1) **व्यापारिक हवाएं**—इनसे प्राचीन समय में व्यापार में सहायता मिलती थी। अत: इनका नाम व्यापारिक हवाएं पड़ गया। ये उत्तरी गोलार्द्ध में दक्षिण-पश्चिम से और दक्षिण गोलार्द्ध में दक्षिण-पूर्व से चलती हैं।

(2) **पछुआ हवाएं**—इन्हें विरुद्ध व्यापारिक हवाएं भी कहते हैं; क्योंकि ये व्यापारिक हवाओं के विपरीत दिशाओं में चलती हैं। ये उत्तरी गोलार्द्ध में दक्षिण-पश्चिम से और दक्षिणी गोलार्द्ध में उत्तर-पश्चिम दिशा से चलती हैं।

(3) **ध्रुवीय हवाएं**—ये हवाएं उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों की ओर से पछुआ हवाओं की विपरीत दिशा में चलती हैं।

वायु-भार पेटियाँ

ऊपर दी हुई नियतवाही हवाएं अधिक वायु-भार क्षेत्रों की ओर से कम वायु-भार क्षेत्रों की ओर चलती हैं। पृथ्वी तल पर ऐसी चार अधिक वायु-भार पेटियाँ और तीन कम वायु-भार पेटियाँ पाई जाती हैं।

अधिक वायु भार पेटियां—(1) उत्तरी ध्रुवीय शान्त, (2) दक्षिणी ध्रुवीय

शान्त, (3) कर्क शान्त, (4) मकर शान्त।

कम वायु भार पेटियाँ—(1) विषुवतीय शान्त (डोल्ड्रम्स), (2) उत्तरी मध्य अक्षांशीय शान्त, (3) दक्षिणी मध्य अक्षांशीय शान्त।

सारी पेटियां ग्रीष्मऋतु में उत्तर की ओर और शीत ऋतु में दक्षिण की ओर खिसकती जाती हैं।

स्थायी हवाओं की जो कल्पना धरातल पर की जाती है, वह महाद्वीप तथा महासागरों पर सौर-ताप के विभिन्न प्रभाव से समयानुसार परिवर्तित होती रहती है और अस्थायी हवाएं स्थायी हवाओं का स्थान ग्रहण कर लेती हैं। विशेष रूप से उत्तरी-पूर्वी संमार्गी हवा का ही रूप अधिक परिवर्तित होता है, जो ग्रीष्म ऋतु में मौसमी अथवा मानसूनी हवा की उत्पत्ति का कारण बनती हैं।

आवर्ती हवाएं

मौस्म शब्द से मौसम बना है, जिसका अरबी में अर्थ मौसम होता है। मौसम के अनुसार चलने वाली हवायें मौसमी हवाएं या मानसूनी हवाएं कहलाती हैं। मौसमी हवाएं संमार्गी हवाओं का ही प्रतिरूप है। ग्रीष्म ऋतु में संमार्गी हवा की दिशा परिवर्तित हो जाती है और वह ग्रीष्म ऋतु की मानसून कहलाती है। शीत ऋतु में वह अपने पूर्व रूप में हो जाती है, जिसे शीत ऋतु का मानसून कहते हैं। ऋतुओं के अपुसार मौसमी तथा मानसूनी हवाओं के चलने का कारण धरातल पर प्राप्त होने वाला विभिन्न सौर-ताप है, जिसके कारण भिन्न वायुदाब के केन्द्र स्थापित होकर स्थायी हवा के क्रम को मौसम के अनुसार बदल देते हैं।

आवर्ती हवाओं का वृहद् रूप दक्षिणी-पूर्वी एशिया में देखने योग्य होता है। ग्रीष्म ऋतु में जब सूर्य की लम्बवत् किरणें कर्क रेखा पर पड़ने लगतीं हैं तो एशिया का मध्यवर्ती स्थल भाग (गोवा का मरुस्थल) एवं भारत में राजस्थान का रेगिस्तान बहुत गर्म हो जाता है। फलतः यह भाग ग्रीष्म ऋतु में निम्न वायु दाब के केन्द्र बन जाते हैं और इसी समय हिन्द महासागर में कम गर्मी के कारण तथा वृहद् जल भाग होने के कारण उच्च वायुदाब का केन्द्र स्थापित हो जाता है। अतः ग्रीष्म ऋतु में हवाएं हिन्द महासागर के उच्च दाब केन्द्र की ओर

से एशियाई निम्न वायुदाब के केन्द्र की ओर चला करती हैं।

इस हवा को ग्रीष्म ऋतु का मानसून कहते हैं। ये हवाएं समुद्र की ओर से आने के कारण वाष्प से परिपूर्ण होती हैं। अत: स्थल पर पहुँचने पर पहाड़ी रुकावट पाकर काफी वर्षा करती हैं। इससे इनका महत्व बहुत बढ़ जाता है। हिन्द महासागर में भूमध्य रेखा पार करने के पश्चात् फेरल के नियम के अनुसार इन हवाओं की दिशा दक्षिण-पूरब से उत्तर-पश्चिम के स्थान पर दक्षिण-पश्चिम से उत्तर-पूरब की ओर जाती है। अत: इस हवा को दक्षिणी-पश्चिमी मानसून कहते हैं, किन्तु जाड़े की ऋतु में स्थिति बिलकुल उल्टी हो जाती है। सूर्य की लम्बवत् किरणें मकर रेखा पर चमकने लगती हैं। एशिया में गोबी का मरुस्थल अथवा भारत में राजस्थान का रेगिस्तान अधिक ठण्डक के कारण अधिक वायुदाब के केन्द्र बन जाते हैं और हिन्द महासागर में निम्न वायु-दाब का केन्द्र स्थापित हो जाता है। हवाएं एशिया के स्थलीय भाग से हिन्द महासागर की ओर चलने लगती हैं। इस वायु को जाड़े का मानसून कहते हैं। इसकी दिशा उत्तर-पूरब से दक्षिण-पश्चिम की ओर भूमध्य रेखा के उत्तर में होती है। अत: इसे उत्तरी-पूरबी मानसून कहते हैं। भूमध्य रेखा पार करने पर भूमध्य रेखा के दक्षिण में फेरल के नियमानुसार इनकी दिशा उत्तर-पश्चिम से दक्षिण-पूरब की ओर हो जाती है। स्थल की ओर से आने के कारण ये आवर्ती हवाएं (Periodical winds) कहलाती हैं।

स्थानीय हवाएं

स्थली समीर एवं समुद्री समीर—स्थली समीर एवं समुद्री समीर (Land and sea breezes) सागर के किनारे स्थल से समुद्र की ओर तथा समुद्र से स्थल की ओर चला करती हैं। दिन के समय जब सूर्य की किरणें जल-थल पर बराबर पड़ती हैं, तब स्थली भाग जल की अपेक्षा शीघ्र तथा अधिक गर्म हो जाता है। अत: समुद्र के किनारे के स्थली भाग का वायुदाब कम हो जाता है, जब कि समुद्री भाग का वायुदाब अधिक रहता है। भिन्न वायुदाब होने के कारण हवाएं

अधिक दाब की ओर से कम वायुदाब की ओर अर्थात् समुद्र की ओर से स्थल की ओर चलने लगती हैं। समुद्र की ओर से आने के कारण इन्हें समुद्री समीर (Sea breezes) कहते हैं। ये दिन के समय 12 बजे के पश्चात् चलना प्रारम्भ करती हैं और 8 बजे रात तक चलती हैं। इस प्रकार की हवा थल की ओर अधिक दूर तक नहीं पहुँचती। अधिक से अधिक तट से 32 किलोमीटर या 40 किलोमीटर की दूरी तक स्थल की ओर चला करती हैं। इस हवा की ऊँचाई भी वायुमंडल में अधिक नहीं होती। आमतौर से 60 मीटर की ऊँचाई तक वायुमंडल में चलती हैं। इसी कारण इस हवा से वर्षा नहीं होती।

परन्तु रात्रि के समय परिस्थिति में परिवर्तन हो जाता है। स्थल भाग का तापमान समुद्र की अपेक्षा बहुत कम हो जाता है; क्योंकि थल की अपेक्षा जल धीरे-धीरे ठण्डा और गर्म होता है। इसीलिए जल भाग पर अल्प वायुदाब रहता है और स्थल पर अधिक वायुदाब हो जाता है। इसके परिणामस्वरूप रात्रि के समय स्थल से हवाएं समुद्र की ओर चलने लगती हैं। स्थल से आने के कारण इन्हें स्थली समीर (Land Breezes) कहते हैं। ये हवाएं रात्रि के दस बजेसे छः बजे प्रातः तक चलती हैं।

स्थली समीर एवं समुद्री समीर प्रधानतः उष्ण कटिबन्धों के भागों में महत्त्वपूर्ण समझी जाती हैं; क्योंकि इनके द्वारा समुद्र-तट के उष्ण भागों को भी शीतल हवाएं प्राप्त हो जाती हैं।

स्थली तथा समुद्री हवाओं का प्रवाह-काल कुछ ही घण्टों के लिए होता है। अतः इनका विस्तार कम ही ऊँचाई तक हो पाता है। यह ऊँचाई 150 मीटर से 180 मीटर तक होती है और स्थल के भीतरी भाग में केवल 30 किलोमीटर से 50 किलोमीटर तक इनका प्रभाव रहता है।

स्थली तथा समुद्री समीर के लिए निम्न दशाएं सर्वोत्तम होती हैं—

(1) मेघहीन स्वच्छ आकाश।

(2) उच्चतम दैनिक तापमानान्तर।

(3) अधिकतर शक्तिशाली वायु की अनुपस्थिति।

इन समीरों से मछुओं का बड़ा लाभ होता है। नित्य प्रातः स्थली समीर के

साथ वे समुद्र में चले जाते हैं और शाम को समुद्री समीर के साथ लौट आते हैं।

समुद्री समीर को उष्ण कटिबन्ध में 'डाक्टर' की संज्ञा प्रदान की जाती है, क्योंकि डाक्टरों की तरह यह सुखप्रद होती हैं। यह वायु निर्मल तथा आर्द्र होती है, जिससे उच्च तापमान के बाद सुख मिलता है। इससे वर्षा की मात्रा में भी बढ़ती हो जाती है।

प्रणोदित हवाएं

कभी-कभी ऐसा भी देखा जाता है कि घाटियों की हवा पर्वतीय श्रेणी को पार करके दूसरी ओर मैदानों में उतरने लगती है। ऐसी हवा यूरोप में फोएन (Foehen) तथा उत्तरी अमरीका में चिनूक (Chinook) के नाम से पुकारी जाती है। ऊंचाई से उतरने के कारण ये हवाएं शुष्क होती हैं और मैदानी भाग के तापमान को बहुत ऊंचा कर देती हैं। चिनूक वायु से 24 घन्टे में तापमान 10 सें० ग्रे० बढ़ जाता है। शुष्कता के कारण तीव्र वाष्पीकरण होता हैं, जिससे ये हिमाच्छादित मैदान के हिम को पिघला देती हैं। इसी से इन हवाओं को हिम भक्षिणी (Snow-eaters) भी कहते हैं। ये गेहूं की उपज के लिए लाभदायक होती हैं। बर्फ के पिघलने से गेहूं को नमी मिलती है। यदि ये हवाएँ न होतीं तो राकी का पूर्वी ढाल निर्जीव तथा निर्जन होता।

फोएन वायु—यह यूरोप की उष्ण एवं शुष्क वायु है। इसकी उष्णता का कारण पहाड़ों को पार करने के पश्चात् मैदानों में उतरना है। इसमें नमी नहीं होती। किन्तु बाष्पीकरण की शक्ति अधिक होती है। यह हवा ऊंचे आल्प्स पर्वत से नीचे उत्तर की ओर मैदान में बहती है। जब मध्य यूरोप में तीव्र दाब प्रवणता का चक्रवात (Cyclone with steep pressure gradient) पहाड़ों के पास से वायु के शक्तिशाली प्रवाह को अपनी ओर खींचता है तो ये हवाएँ चलती हैं।

कुछ वर्ष पूर्व लोगों की धारणा थी कि यह गर्म हवा सहारा के मरुस्थल से उत्तरी यूरोपीय मैदान में आती है। परन्तु अब यह निरीक्षणों के आधार पर ज्ञात हुआ कि यह हवा जब आल्प्स के दक्षिण की तरफ ऊपर उठने लगती है तो फैलती है। इसके बाद ठंडी हो जाती है। इस हवा में ओसांक पहुंचते ही संघनन होने

लगता है और उसकी नमी बर्फ या बर्फ के अन्य रूप में गिर जाती है। यह हवा जब पहाड़ को पार करके उत्तर की तरफ उतरती है तो सिकुड़ती है और इसका तापमान बढ़ जाता है। वाष्पीकरण की शक्ति अधिक हो जाती है। अत: यह उष्ण वायु हो जाती है।

चिनूक हवाएं—चिनूक हवाएं राकी पहाड़ से अमरीका के उत्तरी मैदान में बहती है। जो हवा न्यूजीलैण्ड आल्प्स से कैंटरबरी के मैदान में बहती है, इसी प्रकार की उष्ण तथा शुष्क वायु है।

प्रणोदित वायु की कुछ विशेषताएँ होती हैं—

(क) ये सब ऋतुओं में चलती हैं।

(ख) ये शरद् ऋतु में अधिक चलती हैं क्योंकि इस समय तापमान का उर्ध्व विस्तार बहुत कम हो जाता है।

तड़ित झंझा

(Thunder storms)

तड़ित झंझा चक्रवातों के उत्पन्न होने के पूर्व आती है। इनमें गर्जन तथा चमक होती है। इनका आगमन बहुधा ग्रीष्म ऋतु में होता है। इनकी उत्पत्ति के मुख्य कारण निम्नांकित हैं—

(क) तीव्र संवहनीय वायु।

(ख) अत्यधिक तापमान।

(ख) अत्यधिक आर्द्रता।

ये आँधियाँ अल्पकाल में समाप्त हो जाती हैं। इनका दीर्घ जीवन भी कुछ घण्टों का ही होता है। इनका व्यास 160 किलोमीटर तक होता है। इनका समय तथा मार्ग अनिश्चित होता है। इनसे थोड़े समय तक मूसलाधार वृष्टि होती है।

ये आँधियां बहुत विनाशकारी होती हैं! इनके द्वारा कपसीले बादल उत्पन्न हो जाते हैं।

हवा का वेग और उसका वर्गीकरण निम्न प्रकार से किया जा सकता है—

(1) **हल्की हवा**—दो मील प्रति घन्टा—इसमें पत्तियां हिलती हैं और हवा का मधुर स्पर्श ब हुत अच्छा लगता है।

(2) **मध्यम हवा**—7 से 10 मील प्रति घंटा—इसमें पेड़ की टहनियां हैं। यह हवा भी किसी हद तक सुखद प्रतीत होती हैं।

(3) **वेगवती हवा**—18 से 20 मील प्रति घंटा—इसमें डालें जोर-जोर से हिलने लगतीं हैं और धूल भी उड़ने लगती है।

(4) **उच्च हवा**—27 से 30 मील प्रति घंटा—इसमें पेड़ हिलने लगते हैं और टहनियां टूट-टूटकर गिरने लगती हैं। धूल काफी ऊंचाई तक उड़ने लगती है।

(5) **प्रचंड-पवन**—45 से 50 मील प्रति घंटा वेग—इसमें पेड़ की डालें टूट जातीं हैं। मकानों की छतों पर पड़े पक्के टीन या एस्बेस्टस की चादरें उखड़कर हवा में उड़ जाती हैं।

(6) **आँधी**—75 मील या इससे अधिक प्रति घंटा—आंधी आने पर समूचे पेड़ ही उखड़ जाते हैं मकान गिर पड़ते हैं। आकाश में इतनी धूल छा जाती है कि कुछ दिखाई नहीं पड़ता। तारों के खम्भे उखड़ जाते हैं।

हमारी पृथ्वी के उत्तरी गोलार्द्ध तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में से हवाएं खास दिशाओं में बहती रहती हैं। सूर्य की किरणें भूमध्य रेखा के आसपास सीधी पड़ने के कारण उस क्षेत्र को ज्यादा गर्म करती हैं जिससे वहां की हवाएं गर्म होकर हल्की हो जाती हैं और ऊपर को उठ जाती हैं और उनका स्थान लेने के लिए ठंडी हवाएं पहुंचती रहती हैं। अर्थात् गर्म हवाएं उत्तरी ध्रुव और दक्षिणी ध्रुव की दिशा में ऊपर ही ऊपर बहती रहती हैं और दोनों ध्रुवों की दिशा से निचले स्तर पर ठंडी हवाएं भूमध्य रेखा की ओर बढ़ती रहती हैं। जहाँ भी प्रतिकूल दिशाओं में जाने वाली इन हवाओं में टकराहट होती है वहाँ उत्पात मचना स्वाभाविक है भूमि पर आने वाली आंधियों तथा समुद्र में आने वाले बवंडरों की उत्पत्ति के मूल में यही हवाएं होती हैं।

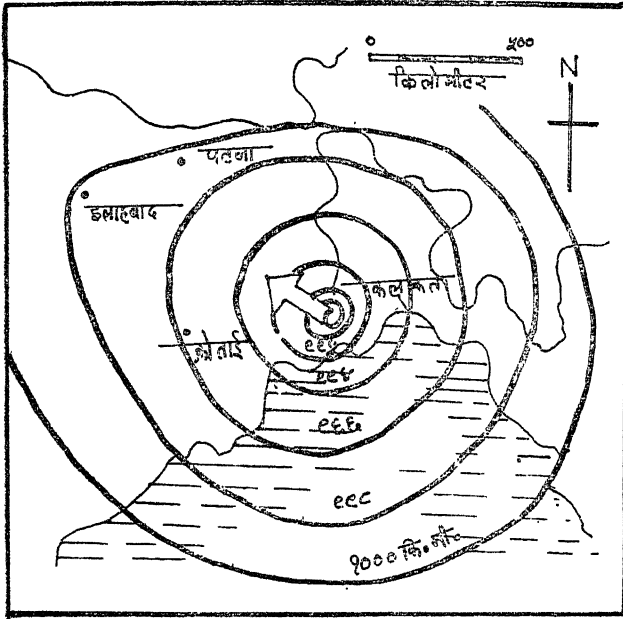
जहाँ कहीं भी हवा का दबाव कम होता है, वहाँ दूसरे क्षेत्रों से हवा भागी चली जाती है। वातावरण में नमी होने पर नमी जलकणों का रूप लेने लगती है और इस प्रक्रिया से प्राप्त उष्णता से हवा हल्की होकर ऊपर उठने लगती है।

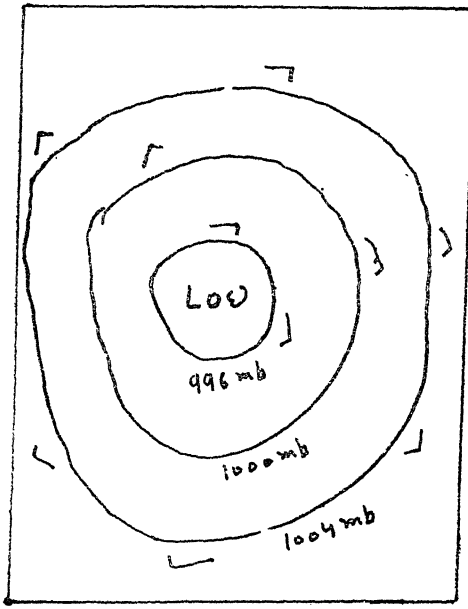
पृथ्वी के अपने कक्ष के चारों ओर घूमते रहने के कारण ये हवाएँ सांप की कुंडली की तरह ऊपर को उठने लगती हैं।

वास्तव में हवाओं के सांप की कुंडली की तरह ऊपर उठने के कारण बंगाल की खाड़ी में आने वाले समुद्री तूफानों को पिछली शताब्दी में एक अंग्रेज डा० हैनरी पिड्डगटन द्वारा 'साईक्लोन' का नाम दिया गया था। इसका अर्थ यूनानी भाषा में साँप की कुंडली से होता है। यह शब्द वास्तव में बंगाल की खाड़ी और अरब सागर में उठने वाले उष्ण-कटिबंधीय घूमते तूफानों के लिए इस्तेमाल किया गया था। तूफान 100 से 500 मील के घेरे में एक भीषण चक्रवात होता है, जो एक केन्द्र के चारों ओर घूमता है। यह समुद्र की सतह पर 200 से 300 मील प्रति घण्टे के हिसाब से घूमता है। ऐसे तूफानों के साथ वर्षा भी बड़ी तेज आती है।

10. चक्रवात (साइक्लोन)

साइक्लोन तेज हवाओं द्वारा निर्मित प्रचंड तूफान है। ये तूफान अक्सर उष्ण कटिबंध से लगे समुद्रों में ज्यादातर उठते हैं। भूमध्यरेखा के दोनों तरफ स्थित समुद्र के पानी पर सूर्य की किरणें सीधी पड़ती हैं। फलस्वरूप उस क्षेत्र की हवा अधिक गर्म हो उठती है और पानी की वाष्प के साथ घुलने का प्रयत्न करती हैं। जैसे ही गर्म हवाएँ आगे बढ़ती हैं, ठण्डी हवाएँ तेजी से आकर उनका स्थान ले लेती हैं और इस प्रकार तूफान का क्रम शुरू हो जाता है। जब समुद्री तूफान का निर्माण प्रारम्भ हो जाता है तो वायुमंडल का दबाव गिरने लगता है। तेज हवा के अंधड़ चलने लगते हैं, फिर धीरे-धीरे हवाएँ उल्टी दिशा में घूमने लगती हैं। उसमें तेज वेग वाली आँधियों का एक समूह होता है, जो कम दबाव वाले केन्द्र से चक्कर लगाता हुआ घूमता है। उनमें बहुत ऊँचे बादलों का एक विशाल गोलाकार घेरा बन जाता है, जो प्रचण्ड और भयंकर रूप धारण कर लेता है। इसी घेरे को साइक्लोन अर्थात् चक्रवात कहते हैं। पूरी तरह से तूफान सैकड़ों मील के क्षेत्र में फैला होता है। तेज हवाएँ डेढ़ और दो मील तक की ऊँचाई पर उमड़ती-घुमड़ती रहती हैं।

जब साइक्लोन किसी क्षेत्र में प्रवेश करता है तो शुरू में हवाओं की प्रचंडता तीव्र होती जाती है। लेकिन जैसे ही साइक्लोन में स्थित शांत केन्द्र उस क्षेत्र पर पहुंचता है तो चारों ओर का वातावरण,एकदम शांत हो जाता है और ऐसा लगता है जैसे कुछ हुआ ही न हो। कुछ समय बाद जब शांत केन्द्र उस क्षेत्र से आगे निकल जाता है तो फिर अंधड़ चलने लगते हैं और तेज गड़गड़ाहट के साथ झंझावात उस क्षेत्र को घेर लेता है। इस बार हवाएँ उल्टी दिशा में बह रही

चक्रवात का फैलाव

होती हैं। जिन तूफानों में इस तरह के शांत केन्द्र होते हैं, वे अन्य तूफानों की अपेक्षा अधिक भयंकर और प्रचण्ड होते हैं। तूफानों के साथ समुद्र की लहरें भी उग्र रूप धारण कर लेती हैं। ये लहरें सैकड़ों फुट ऊँची होती हैं। हवाएं सैकड़ों फुट ऊँची होती हैं। हवाएँ अब और अधिक तीव्र गति से चक्राकार घूमने लगती हैं। बादलों के समूह एक क्रम में कुण्डलाकार घूमने लगते हैं। इन तूफानों में प्रति सैकिंड जितनी ऊष्मा-शक्ति की खपत होती है, वह कई सौ एटम बमों से प्राप्त ऊष्मा-शक्ति के बराबर होती है। एक मध्यम प्रकार का साइक्लोन केवल एक दिन में दबाव के द्वारा इतनी अधिक शक्ति का प्रदर्शन करता है, जितनी

Cyclone (चक्रवात)

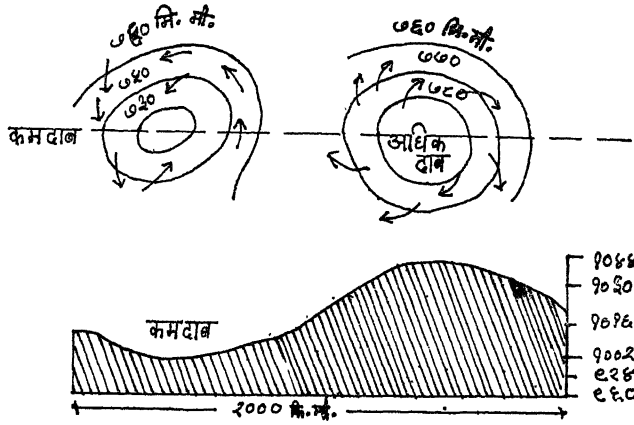
बीस मेगाटन वाले चार सौ हाइड्रोजन बमों के विस्फोट से संयुक्त रूप में प्राप्त होती है।

समुद्री तूफान को गति प्रदान करने वाली वायुमंडल की नमी होती है। यह नमी वर्षा के रूप में बदल जाती है और इस परिवर्तन से प्राप्त ऊर्जा साइक्लोन को और अधिक बल प्रदान करती है।

चक्रवातों की विशेषता

चक्रवात गोलाकार अथवा अंडाकार होते हैं। ये छोटे या बड़े होते हैं। चक्रवात के केन्द्र में वायुदाब कम होता है और उसके चारों ओर वायुदाब अधिक

होता जाता है। अतः चक्रवात में न्यून समवायुदाब रेखाएँ (Isobar lines) होती हैं और बाहर की ओर अधिक समवायुदाब रेखाएं होती जाती हैं अर्थात् चक्रवात में केन्द्र की ओर दाब कम होता जाता है। वायुदाबसूचक अंक घटता जाता है। इसी कारण चक्रवात में समवायुदाब रेखाएँ अण्डाकार अथवा गोलाकार होती हैं। चक्रवातों में वर्षा अग्र भागों में होती है।

चक्रवात के मध्य में वायुदाब कम होने के कारण चारों ओर से हवाएँ केन्द्र

की ओर चलती हैं, किन्तु उनकी दिशा केन्द्र की ओर सीधे न होकर पृथ्वी के परिभ्रमण के कारण उत्तरी गोलार्द्ध में चक्रवात की हवा वामावर्त तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में उत्तर की ओर से आती है, किन्तु पिछले भाग में परिस्थिति बदल जाती है। चक्रवात के पिछले भाग में हवा उत्तरी गोलार्द्ध में उत्तर की ओर से आती है। इस कारण चक्रवात का केन्द्र ठीक मध्य में नहीं होता है, बल्कि कुछ पीछे की ओर होता है। समदाब रेखाओं के समीप-समीप होने पर वायु की गति तीव्र होती है और इनके दूर-दूर रहने पर वायु मन्द गति से चलती है।

चक्रवात आने के पहले लक्षण

वातावरण में शुरू में कुछ ऐसे लक्षण दिखाई देने लगते हैं, जिनसे चक्रवातों के आगमन का आभास मिल जाता है। निम्न लक्षणों के आधार पर भविष्यवाणी सम्भव हो पाती है—

(1) वायुदाबमापी का दाब सूचनांक निरन्तर कम होता जाता।
(2) आकाश में ऊँचाई पर पक्षाभ मेघ दिखाई देते हैं।
(3) वायु शान्त हो जाती है और धीरे-धीरे अपनी दिशा बदलने लगती है।
(4) हल्की रिमझिम वर्षा प्रारम्भ हो जाती है।

चक्रवातों के प्रकार

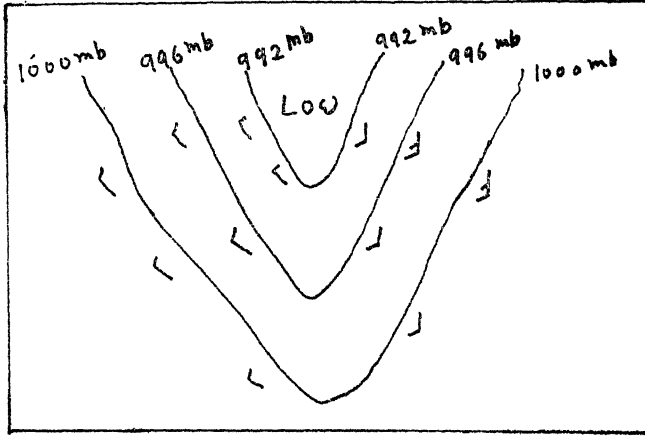
चक्रवातों के दो प्रकार के होते हैं—शीतोष्ण कटिबन्धीय चक्रवात (Temperate cyclon) तथा उष्णकटिबंधीय चक्रवात (Tropical cyclone)। यह भेद भिन्न प्रदेशों में इनकी उत्पत्ति तथा इनकी विशेषताओं के आधार पर किया गया है। चक्रवात जिन प्रदेशों से होकर गुजरते हैं वहाँ के मौसम पर गहरा प्रभाव डालते हैं। वहाँ का मौसम एकाएक बदल जाता है। जिन भागों में अधिक चक्रवातों का आना होता है, वहां की जलवायु पर उनका अधिक प्रभाव पड़ता है। चक्रवात प्रचलित हवाओं के रुख के साथ बढ़ते हैं। ये उष्ण कटिबन्ध में संमार्गी वायु तथा शीतोष्ण कटिबन्ध में पछुआ हवा के साथ चलते हैं यानी उष्ण कटिबन्ध में लगभग पूरब से पश्चिम और शीतोष्ण कटिबन्ध में पश्चिम से पूरब को चलते हैं।

शीतोष्ण चक्रवात

शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवात 30° से 60° अक्षांशों के बीच वाले भागों में चला करते हैं। इन्हें गतिचक्र भी कहते हैं। वायुमण्डल में इनकी उत्पत्ति का कारण ताप की विभिन्नता के कारण स्थिर तथा अस्थिर वायुपुंज का पैदा होना है।

स्थिर वायुपुंज कम गर्म तथा कम आर्द्र होता है । अतः इसमें कम सक्रियता होती है। परन्तु अस्थिर वायुपुंज अधिक गर्म तथा अधिक आर्द्र होता है । अतः इसमें अधिक सक्रियता होती है । ये हवाएं स्थिर नहीं रहतीं और एक स्थान से दूसरे स्थान पर एक-दूसरे की विपरीत दिशा में चला करती हैं। स्थिर वायु को ध्रुवीय ठंडी वायु तथा अस्थिर वायु को उष्ण कटिबंधीय गर्म वायु भी कहा जा सकता है, जो धरातलीय वायुमंडल में एक-दूसरे की विपरीत दिशा में समान्तर चलती है। इनकी सीमा पर तापमान भिन्न हो जाता है। सीमा पर तापमान की अविरलता के कारण वहां ताप का आदान-प्रदान होता है, जो अनेक प्रकार की क्रिया के पैदा होने के कारण बनता है। इन क्रियाओं के फल स्वरूप इस भाग में वायुदाब के अनेक भँवर (eddies) पैदा हो जाते हैं। इस भाग को असात तापमान रेखा (Line of temperature discontinity) अथवा ध्रुवीय वाताग्र (Polar Front) भी कहते हैं। यह सीमा लहरदार तथा परिवर्तनशील होती है। ध्रुवीय वाताग्र पर अनेक भँवरों का पैदा होना चक्रवात की उत्पत्ति का कारण होता है। वह क्रिया, जिसके द्वारा चक्रवात अथवा प्रतिचक्रबात की उत्पत्ति होती है, वाताग्र-उत्पत्ति (Frontogenesis) कहलाती है।

आकार तथा विस्तार—शीतोष्ण चक्रवात का व्यास 500 किलोमीटर से 650 किलोमीटर होता है । इनकी ऊंचाई 8 से 11 किलोमीटर होती है। ये द्विवेणी (V-shaped) आकार के होते हैं। इनका क्षेत्रफल कई लाख वर्ग किलोमीटर होता है।

गति—इनके विभिन्न भागों के वायु वेग में भिन्नता रहती है। यह दक्षिणी-पूरबी भाग में वेगशील होता है। 5 किलोमीटर की ऊंचाई तक समदाब रेखाओं के समान्तर हवाएं बहती हैं। चक्रवात की गति धीमी होने पर हवाएं स्थिर हो जाती हैं और वर्षा प्रारम्भ हो जाती है। वास्तव में इनकी गति अनिश्चित होती हैं और यह बात ऋतु-दशा तथा स्थिति पर निर्भर करती है। शरद् में चक्रवात तीव्र और ग्रीष्म में धीमे होते हैं। यूरोप की अपेक्षा अमरीका में इनकी गति तेज

V-Depression (V-अवदाब)

होती है। ब्रिटिश मौसम विज्ञानी हम्फ्री के अनुसार शीतोष्ण चक्रवातों को तीन वर्गों में विभक्त कर सकते हैं—

(1) **सूर्यातप चक्रवात**—सूर्यातप चक्रवातों (Insolational cyclones) की उत्पत्ति स्थल पर होती है। ग्रीष्म ऋतु में थल भाग गर्मी के कारण निम्न वायुदाब के केन्द्र हो जाते हैं और निकटवर्ती सागर अपेक्षाकृत ठंडे होते हैं और हवाएं गोलार्द्ध में चलती हैं। साइबेरियन प्रायद्वीप, अलास्का, अमरीका का उत्तरी मैदान और उत्तरी-पश्चिमी आस्ट्रेलिया में इस प्रकार के चक्रवातों की उत्पत्ति होती है।

(2) **तापीय चक्रवात**—तापीय चक्रवातों (thermal cyclones) की उत्पत्ति उष्ण जल-भागों जैसे समुद्र, खाड़ी एवं झीलों में होती है। इनकी उत्पत्ति प्रायः शीत ऋतु में होती है। शीत के कारण जलभाग के समीपस्थ स्थित स्थलखण्ड पर अपेक्षाकृत अधिक वायुदाब हो जाता है और जलभाग का वायुदाब कम रहता है। इस प्रकार स्थानीय चक्रवात प्रवाहित होने लगते हैं। इस प्रकार के चक्रवात के

प्रमुख क्षेत्र आइसलैंड, दक्षिणी-पूर्वी ग्रीनलैंड, ओखोटस्क सागर आदि हैं।

(3) **प्रवासी चक्रवात**—प्रवासी चक्रवात (Migratory cyclones) सूर्यातप के कारण उत्पन्न संवहनीय धाराओं (Convectional currents) के द्वारा पैदा होते हैं। इनका समय अनिश्चित होता है और अधिकतर चक्रवात कम समय तक ही रहते हैं। इस अल्पकाल में संघनन के समय उत्पन्न गुप्त ताप ही इन्हें कायम रखते हैं।

विशेषताएं— यदि ध्रुवीय वाताग्र का रुख पश्चिम से पूरब की ओर होता है तो दक्षिण की गर्म हवा पूरब की ओर के वायुदाब को कम कर देगी और केन्द्र पूरब की ओर खिसक जायेगा। ये महाद्वीपों में अधिक दूरी तक पहुँच जाते हैं।

यदि रुख उत्तर की ओर होता है तो चक्रवात का केन्द्र अधिक दूरी तक नहीं जा सकता है। दो-तीन दिन के अन्दर ही वायुदाब में अन्तर समाप्त हो जाता है तथा चक्रवात लुप्त हो जाते हैं।

यदि रुख दक्षिण की ओर होता है तो चक्रवात स्थायी होते हैं और धरातल पर बहुत दूरी तक आगे बढ़ सकते हैं। भूमध्य सागरीय चक्रवात इसके उदाहरण हैं।

उष्ण कटिबन्धीय जलवायु

उष्ण कटिबन्धीय चक्रवात भूमध्यरेखा के निकट उत्पन्न होते हैं। इनकी उत्पत्ति का कारण भूमध्यरेखीय अधिक उष्ण वायु होती है, जो हल्की, शान्त संतृप्त तथा अनिश्चित हुआ करती है। उष्ण कटिबन्धीय चक्रवातों पर तापीय प्रभाव अधिक होता है। ये अधिकतर स्थानीय संवहनीय धाराओं के कारण उत्पन्न होते है।

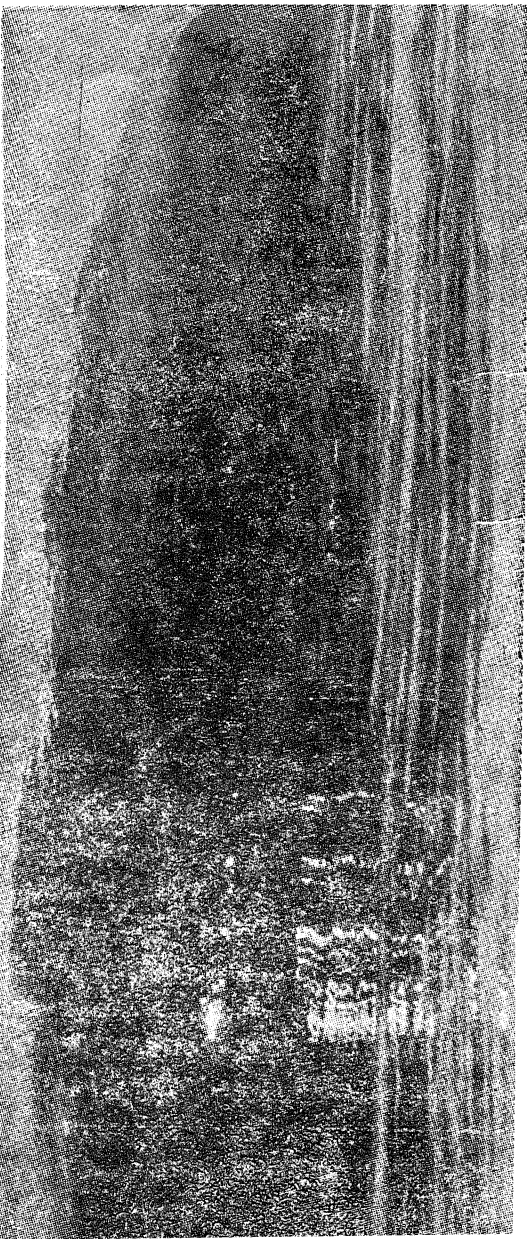
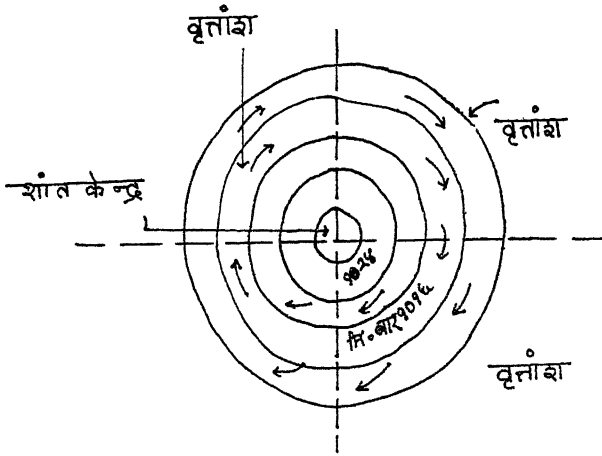
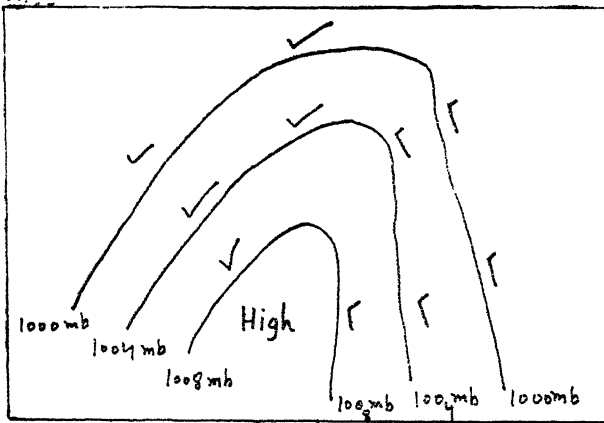
उष्ण कटिबन्धीय चक्रवात वास्तव में चक्करदार हवाएं जो गोलाकार समतापी रेखाओं के द्वारा मौसम चित्र (Weather chart) पर दिखाये जाते हैं। इनका व्यास शीतोष्ण कटिबन्धीय चक्रवातों के व्यास की अपेक्षा बहुत कम होता है और ये साधारणत: आकार और विस्तार में भी छोटे होते हैं। उत्पत्ति के स्थान पर इनका व्यास 80 किलोमीटर होता है। अधिक विकसित चक्रवातों का व्यास

300 से 1,500 किलोमीटर तक होता है इसमें समदाब रेखाएं बहुत निकट होती हैं अर्थात् प्रवणता बहुत अधिक होती है। और मध्य में वायुदाब बहुत कम होता है। इनकी अवस्थाएं शान्त होती हैं। अत: इनके केन्द्रीय भाग को चक्रवात का चक्षु कहते हैं। जिसमें मौसम अच्छा तथा स्वच्छ होता है। इस प्रकार चक्रवात भूमध्यरेखा के शान्त मंडल में और साधारणतया इन पेटियों के ध्रुवीय किनारों पर सामुद्रिक क्षेत्र के पश्चिमी किनारों पर 6° और 15° अक्षांशों के बीच उत्पन्न होते हुए पाये जाते हैं। उष्ण कटिबन्धीय चक्रवात उत्तरी गोलार्द्ध में अधिकतर पाये जाते हैं। और उनकी उत्पत्ति के दो स्थान कैरेबियन सागर तथा पश्चिमी प्रशान्त के कैरोलिना द्वीप के निकटवर्ती भाग हैं। ये अधिकतर ग्रीष्मकाल के अन्त में उत्पन्न होते हैं। इनका मार्ग उच्च वायु दाब कटिबन्धों के दक्षिणी तथा पश्चिमी सिरों पर से होकर गुजरता है। कर्क तथा मकर रेखाओं को पार करने पर इन चक्रवातों की शक्ति क्षीण हो जाती है। इनकी गति साधारण तौर से 16 या 24 किलोमीटर प्रति घंटे की होती है। स्थल पर पहुंचते हो ये चक्रवात शक्तिहीन हो जाते हैं; क्योंकि जलवाष्प शीघ्र बादल का रूप धारण कर लेती है और वर्षा हो जाती है। इनके द्वारा समुद्री तटों और द्वीपों पर बहुत क्षति होती है; क्योंकि ये चक्रवात समुद्र में उत्पन्न होते हैं और उसमें ऊंची लहरें उठा देते हैं।

केन्द्र में हवा की तीव्रता बहुत कम होती है, किन्तु केन्द्र से सीमान्त की ओर यह शक्ति बढ़ती जाती है। यह गति 50-60 मीटर प्रति सेकण्ड हो जाती है। किन्तु इनका गति-परिवर्तन स्थायी नहीं होता और शीघ्र ही इनकी गति 60-60 किलोमीटर प्रति घंटा तक पहुंच जाती है।

उत्पत्ति के कारण—इन चक्रवातों की उत्पत्ति का कारण अधिक ताप, शान्त हवाएं तथा अधिक संतृप्त वायुमंडल होता है। साधारण संवहनीय धाराओं से भिन्न संवहन-क्रिया है, जिसमें बहने वाली हवा काफी तेजी से बहती है, जिस पर पृथ्वी के परिभ्रमण का प्रभाव नहीं पड़ने पाता और वह गोलाकार रूप में गतिमान होती है। इस प्रकार के गोलाकार चक्रवात भूमध्य रेखा से 10° अक्षांशों के मध्य नहीं होते; क्योंकि इससे कम के अक्षांशों में पृथ्वी के परिभ्रमण के फलस्वरूप वायु में विचलन (deviation) इतना कम होता है कि उनकी उत्पत्ति

नहीं हो सकती, किन्तु बहुत से भूगोल के विद्वान इस मत को स्वीकार नहीं करते। अधिकांश लोगों के मतानुसार उष्ण कटिबंधीय चक्रवात भूमध्य प्रशांत मंडल की मन्द एवं आर्द्र वायु में उत्पन्न होते है और विशेष रूप से तब, जब यह पेटी भूमध्यरेखा से सुदूर उत्तरी गोलार्द्ध और दक्षिणी गोलार्द्ध में खिसक जाती है। उत्तरी गोलार्द्ध में यह शान्त पेटी अधिक उत्तरी अक्षांश तक खिसकती है। इसीलिए अधिक चक्रवात उत्तरी गोलार्द्ध में उत्पन्न होते हैं। दक्षिणी गोलार्द्ध में यह शान्त पेटी अधिक दक्षिण तक नहीं खिसकती है। अत: इस भाग में चक्रवातों का अभाव रहता है।

ये चक्रवात घुमावदार मार्ग से गुजरते हैं। उत्तरी गोलार्द्ध में ये पहले पश्चिम की ओर और फिर उत्तर-पूरब की ओर मुड़ जाते हैं। 20 तथा 25° अक्षांशों पर ये उत्तर की ओर मुड़ जाते हैं तथा उत्तर-पूरब की दिशा से होकर गुजरते हैं। शीतोष्ण कटिबन्ध में प्रवेश करते समय इनका मार्ग परवलय (parabola) सा बन जाता है। इनकी धुरी भूमध्यरेखा के समान्तर रहती है और इसका आधा भाग पूरब की ओर रहता है। भूमध्यरेखा तथा 15° अक्षांश रेखा के बीच संमार्गी वायु के साथ चक्रवात पश्चिम की ओर मुड़ जाते हैं। 15° से 30° तक इनका पथ अनिश्चित होता है, किन्तु उत्तरी गोलार्द्ध में उत्तर की ओर तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में दक्षिण की ओर रहता है। 30° अक्षांश पार करने पर ये पूरब की ओर मुड़ जाते हैं।

लहरों की उठती विशाल दीवार

प्रति चक्रवात

Wedge (वेज)

नहीं मिलता है। इस प्रकार के प्रतिचक्रवात के नमूने एटलांटिक प्रदेश, ग्रीनलैंड और मध्य एशिया में मिलते हैं। इन्हें विकिरणीय प्रतिचक्रवात (radiational anti-cyclone) कहते हैं।

(2) दूसरे प्रकार का प्रतिचक्रवात वह है, जो जाड़े की ऋतु का रूप ग्रीष्म-ऋतु में भी विकसित अवस्था में दिखलाता है। इसका भी विस्तार बड़ा होता है। इसका औसत व्यास 3,200 किलोमीटर माना जाता है। इस प्रकार प्रति-चक्रवात धीरे-धीरे बनते हैं तथा धीरे-धीरे समाप्त होते हैं। पश्चिमी यूरोप में इसके उदाहरण अधिक मिलते हैं।

(3) तीसरे प्रकार का प्रति चक्रवात वह है जो दो चक्रवात अथवा अल्प वायुदाब प्रदेश के बीच स्थिर होता है। इस अवस्था को फन्नी (Wedge) के नाम से पुकारते हैं। ये कभी छोटे तथा कभी बड़े रूप में होते हैं। ऐसे चक्रवात गुजरात तट पर मिलते हैं।

इनमें से प्रथम प्रकार के प्रतिचक्रवात पीछे रहते हैं। इनकी गति तथा दिशा अनिश्चित होती है किन्तु दूसरी प्रकार के प्रतिचक्रवात धीरे-धीरे आगे बढ़ते हैं। तीसरे प्रकार के अपूर्ण प्रतिचक्रवात हैं जिनकी दिशा तथा गति समीप-वर्ती चक्रवातों पर निर्भर करती है।

शीत प्रतिचक्रवात—हाजलिक ने प्रतिचक्रवातों को दो भागों में बांटा है जहां शीत के कारण उच्च वायुदाब विकसित होता है वहाँ प्रतिचक्रवात स्थायी रूप से रहते हैं। चक्रवात के पृष्ठ भाग में शान्त ध्रुवीय हवा के दक्षिण की ओर बहने के कारण ये उत्पन्न होते हैं। साइबेरिया तथ मध्य एशिया में ऐसी दशा मिलती है।

उष्ण प्रतिचक्रवात—ये उपोष्णीय उच्च वायुदाब प्रदेशों में देखे जाते हैं। इनमें दबाव अधिक रहता है तथा हवा उष्ण और शुष्क रहती है। ये अस्थायी होते हैं। इनके पश्चिमी वृत्तांश में ठण्डी पृथ्वी के सम्पर्क में घना कुहरा रहता है। बाद में बादल बनते हैं। ये इतने नीचे रहते हैं कि अन्धकार बना रहता है।

हम्फ्रेंज ने उत्पत्ति के अनुसार प्रतिचक्रवातों को तीन भागों में बांटा है —

बलकृत प्रतिचक्रवात (Mechanical anticyclone)—30° से 35°

अक्षांशों के मध्य वायु का संकुचन होता है और उच्च दाब के क्षेत्र बन जाते हैं जो सागर पर अधिक प्रभावशाली होते हैं। इस प्रकार के प्रतिचक्रवात अस्थिर होते हैं।

विकिरणीय प्रतिचक्रवात (Radiational anticyclone)—अधिक ऊँचाई तथा स्वतन्त्र विकिरण के कारण एटलांटिक और ग्रीनलैंड में उच्चदाब केन्द्र बन जाते हैं जो प्रतिचक्रव.तों के केन्द्र हैं। ये स्थायी होते हैं।

तापीय प्रतिचक्रवात (Thermal anti-cyclone)—सागरों में ठण्डी धाराओं के कारग सतह का तापमान कम हो जाता है और उच्चदाब केन्द्र विक-सित होते हैं। ये प्रतिचक्रवात बारमूडाज तथा न्यूजीलैंड में देखे जाते हैं।

प्रतिचक्रवातों की विशेषताएं

(1) इनकी गति 30 या 50 किलोमीटर प्रति घण्टा होती है तथा इनका विस्तार अधिक होता है।

(2) इनमें वर्षा स्थानीय होती है।

(3) इनके विभिन्न भागों के तापमान में भिन्नता रहती है तथा समदाब रेखाएं केन्द्र में दूर-दूर रहती हैं।

(4) हवाएं हल्की और धीमी होती हैं। स्थली और समुद्री समीर का प्रभाव रहता है जो कभी भयंकर नहीं होती। केन्द्र में अस्थिर तथा शान्त हवायें रहती हैं। इनके साथ ही साथ शीतल और गर्म तापीय लहरों का भी अनुभव होता है।

(5) इनकी स्थिति दो चक्रवातों के मध्य रहती है जिनकी दिशा अनिश्चित रहती है। ये कभी तो एक ही स्थान पर काफी समय तक रहते और प्रायः आगे-पीछे चलते हैं।

प्रति चक्रवात तथा ऋतु

अधिकतर प्रतिचक्रवात में मौसम शुष्क तथा स्वच्छ रहता है। इनके केन्द्र के समीप ऋतु की भिन्न-भिन्न दशायें मौसम पर निर्भर करती हैं। इनके किनारों

का मौसम हवा के रुख और प्रदेश पर निर्भर करता है। प्रतिचक्रवात के केन्द्र में हवा और बादलों का अभाव रहता है। हवा बहुधा ऊपर की ठण्डी परतों से चक्र-वात की ओर चला करती है। उत्तर में दबाव के कारण गरम हो जाने से अधिक भाप लेती है किन्तु वर्षा के अयोग्य होती है। इस प्रकार आकाश साफ रहता है। क्षितिज पर जहाँ-तहाँ धुन्धलापन दृष्टिगोचर होता है। ग्रीष्म ऋतु में दिन गर्म होते हैं किन्तु शीत ऋतु में विकिरण की गर्मी से घना कुहरा बन जाता है जो दूसरे दिन तक लगातार बना रहता है। पतझड़ के प्रारम्भ में धुन्ध और ओस घण्टों तक बनी रहती है। संक्षेप में प्रतिचक्रवात का मौसम गर्मी में अच्छा और शान्त तथा शरद् में कुहरा तथा पाला से भरा रहता है।

12. तूफान की 'आंख'

समुद्री तूफानों की पूर्व सूचना के लिए अमेरिका में विमानों का उपयोग किया जाता है। इन विमानों की सहायता से तूफानों के जन्म और उनकी यात्रा की दिशा मालूम की जाती है। इन्हें 'तूफान के शिकारी' कहा जाता है और इनका काम संसार के सबसे अधिक खतरनाक कामों में से एक है। कभी-कभी इन 'शिकारी' विमानों को तूफान के बीच में भी, जिसे तूफान की आंख कहते हैं, जाना पड़ता है। जरा सोचिए तो सही, 150-200 मील प्रति घण्टे की रफ्तार से चक्कर खाती हुई हवा के बीच !

एक 'शिकारी' विमान के कप्तान ने तूफान की 'आंख' के बारे में अपने अनुभव का वर्णन करते हुए कहा है—"यह अनुभव कितना खतरनाक है, और कितना खूबसूरत ! तूफान की 'आंख' का मुकाबला संसार की किसी चीज से नहीं किया जा सकता। बिना देखे उस पर विश्वास भी नहीं किया जा सकता। जैसे एक बहुत बड़ा 'एम्फीथियेटर' हो। चारों ओर बादलों की मजबूत दीवार ऊपर स्वच्छ नीला आसमान, नीचे शान्त गहरा नीला समुद्र। सच, कितना खूबसूरत !"

तूफान की 'आंख' में अजीब-अजीब करिश्मे देखे गये हैं। एक बार एक छोटा सा माल ढोने वाला जहाज उसमें पहुँच गया और बाहर भयंकर जान-माल की हानि के बावजूद स्वयं बिल्कुल सुरक्षित रहा। यहां तक कि एक बार 'आंख' में उड़ते हुए शिकारी विमान ने एक छोटी-सी नौका को देखा जो तूफान के बीचों-बीच तैरती जा रही थी और उसके सवार धूप का आनन्द ले रहे थे।

लेकिन 'आंख' के किनारों पर ? सैकड़ों फुट ऊँची लहरें क्रोधित हो फेन

उगलती हैं। 120 मील प्रति घण्टे की रफ्तार से हवा गरजती है और विशालकाय झरने की तरह पानी बरसता है। तब उसमें पड़े हुए 'शिकारी' विमान की क्या हालत होती है? तीन ओर से तूफान उस पर हमला करता है। करोड़ों गैलन पानी का बोझ उसे नीचे की ओर ढकेलता है और इस भीषण शक्ति के सामने विमान को ठीक दिशा में बढ़ाये चलना सचमुच बड़ा मुश्किल काम होता है। कभी-कभी एक-एक सेकण्ड में वह 1,000 फुट नीचे तक खिसक जाता है। इस दिशा में उसके भीतर बैठे व्यक्तियों की दशा बुरी हो जाती है—सांस लेना मुश्किल हो जाता है, पसलियां दर्द से फटने लगती हैं। कै होने के आसार नजर आने लगते हैं। सारा शरीर पसीने से नहा उठता है। लेकिन तूफानों की चेतावनी तो देनी ही होती है। सैकड़ों व्यक्तियों के प्राणों को खतरे में डालने के बजाय अपने प्राणों पर खेलने से ये बहादुर हिचकिचाते नहीं।

पृथ्वी के 'निम्न वायु दाब' वाले क्षेत्र के ऊपर से 'कम दबाव वाली पूर्वी वायु लहर' के गुजरने से इन तूफानों का जन्म होता है। इस आंख के चारों ओर भीषण गति से चक्राकार घूमने वाली तूफानी हवायें तूफान के बाजुओं का कार्य करती हैं और चारों ओर का पानी खींचकर केन्द्र पर लगभग 20 फुट ऊँची मीनार खड़ी कर देती हैं।

बीच में लगभग 40 मील व्यास वाली आंख होती है, जहां हवा बिलकुल शान्त तथा वायु दाब बाहर की तुलना में बहुत कम होता है।

आंख के लगभग 1,200 वर्ग मील क्षेत्र में समुद्र की सतह 10 से लेकर 30 फुट तक ऊपर उठ जाती है। यों समझिये कि एक विशाल झील तूफान के केन्द्र में स्थापित हो जाती है जो तूफान के साथ-साथ चलती है।

आंख के बाहर भीषण गति से चक्राकार घूमने वाली हवाओं का क्षेत्र लगभग 400 मील व्यास के घेरे में फैला होता है।

उत्तरी गोलार्द्ध में बनने वाले तूफानों में हवायें वामावर्ती होती हैं जबकि दक्षिणी गोलार्द्ध में बने तूफान में वायु की दिशा ठीक इसके विपरीत दक्षिणावर्ती (घड़ी की सुई की दिशा) होती है। हवाओं की गति सौ मील प्रति घण्टा से भी अधिक हो सकती है। इस गति से चलने वाली हवाओं की टक्कर बुलडोजर की

समुद्री तूफान की फुफकार

टक्कर की तरह भयानक होतीं है। एक भी इमारत बाकी नहीं रह सकती तथा लोहे के मजबूत खम्भे मुड़कर दुहरे हो जाते हैं।

तूफानी हवाओं के इस क्षेत्र की ऊँचाई 2-3 मील या इससे भी ऊँची हो सकती है। इसमें मूसलाधार वर्षा होती रहती है (औसतन 24 घण्टों में 25 इंच तक पानी गिर जाता है। एक बार तो 100 इंच तक वर्षा नापी जा चुकी है। तथा तड़ित घनों के समूह चक्राकार घूमते रहते हैं।

इस क्षेत्र के बाहर तेज हवाओं तथा तेज वर्षा वाला व्यापक क्षेत्र होता है जिसका व्यास 600 मील से भी अधिक होता है। तूफान की 'आंख' एक उल्लेखनीय क्षेत्र है। यह प्रकृति की सबसे ज्यादा खतरनाक वस्तुओं में से एक है। भयंकर चक्रवात में इसकी स्थिति महत्वपूर्ण है। तेज हवा और मूसलाधार वर्षा तथा घनघोर बादलों की गर्जना के बाद अचानक एकदम शान्ति छा जाती है। यह शान्ति वास्तव में एक डरावने और प्रचण्ड तूफान आने की सूचना होती है। दुबारा आने वाला तूफान पहले से कहीं अधिक भयानक और विनाशकारी होता है।

इस प्रकार गोल घेरे के तूफान में 'शान्ति क्षेत्र' को ही तूफान की आंख कहा गया है। इन तूफानों का जीवन कभी एक दिन का होता है तो कभी महीनों लम्बा।

तूफान पर नियंत्रण

मौसम वैज्ञानिकों की राय में इन तूफानों पर कुछ समय तक नियंत्रण रखा जा सकता है। बशर्ते तूफान की 'आंख' वाले क्षेत्र में जोखिम उठाकर जाया जाये और हवाई जहाजों; गुब्बारों द्वारा केमीकल पदार्थ छिड़क कर बादलों में विद्यमान पानी को बर्फ में बदल दिया जाये। इससे तूफान के खतरनाक दबाव को कम कियाजा सकता है। और तेज हवाओं में भी शिथिलता आ सकती है। अमरीका में एक बार ऐसा प्रयोग किया गया था जिससे आंधी के वेग में 15 प्रतिशत तक शिथिलता आ गई थी। इस प्रकार के प्रयोग कई देशों ने समय-समय पर किये हैं। और उन्हें कुछ हद तक सफलता मिली भी है। लेकिन तूफान

की आंख में जाना मृत्यु को दावत देना है। उसमें से सुरक्षित लौट आना पुनर्जन्म के बराबर है।

हमारे भारत में तो अभी इतना भर ही हो पाया है कि तूफान की पूर्व सूचना मिल जाये। यदि इससे फायदा उठा लिया जाये तो ठीक है अन्यथा विनाश! भारत में स्थित बम्बई का मौसम विज्ञान केन्द्र तूफान की पूर्व सूचना ठीक-ठीक देने में सक्षम है। प्रकृति के इस प्रकोप से शायद ही पूरी तरह से बचा जा सकता है। हाँ, पूर्व सूचना मिलने पर अपने-आपको सुरक्षित अवश्य किया जा सकता है।

13. ऋतु-पत्र

आजकल ऋतु-पत्र का इतना अधिक महत्त्व केवल इसीलिए है कि उसकी सहायता से हमको भविष्य की जलवायु की दशा का ज्ञान हो जाता है। आने वाले ऋतुकाल का अनुमान (वेदर-फोरकास्टिंग) ही ऋतु-पत्र के महत्त्व का मूल उद्देश्य है।

ऋतु-पत्र में दिन-प्रतिदिन की वायु-दशा का विवरण दिखाया जाता है। ऋतु-पत्र साधारण मानचित्र से पूर्णतया भिन्न होता है। ऋतु-पत्र में जो कुछ विवरण दिखाया जाता है, वह स्थायी नहीं होता। यदि आज जलवर्षा किसी एक स्थान पर होती है तो कल दूसरे पर होती है, अथवा बिल्कुल ही नहीं होती है, परन्तु मानचित्र में दिखाई हुई वस्तुएँ प्रायः स्थायी होती हैं।

आधुनिक काल में ऋतु-पत्र का महत्त्व बहुत अधिक हो गया है। यह स्पष्ट है कि मनुष्य के जीवन का कोई भी अंग ऐसा नहीं है, जिस पर जलवायु की दशा का प्रगाढ़ प्रभाव न पड़ता हो। इसीलिए भविष्य के जीवन की योजना बनाने के पहले भविष्य की जलवायु की दशा का ज्ञान बहुत ही आवश्यक होता है।

दैनिक ऋतु-पत्र में पवन, जल वर्षा और वायु-भार का स्पष्ट विवरण दिया होता है। इस पत्र में ताप-विवरण प्रायः नहीं दिया जाता है। वास्तव में ताप-विवरण जलवायु के चित्रों में ही दिया जाता है। ताप-विवरण में अन्तर दिन में सूर्य की ऊँचाई के अनुसार लगातार क्रम से होते रहते हैं। प्रातः नीचे ताप, मध्याह्न में ऊँचे ताप और फिर संध्या के समय नीचे तापों का होना एक नियमित क्रम है, परन्तु वायु की अन्य दशाओं में यह क्रम इस भांति नियमित नहीं होता है। पवन कब चलेगी, जलवर्षा कब होगी, आदि बातों का समय दिन के घण्टे के

अनुसार नहीं होता। उसका वास्तविक सम्बन्ध वायु-भार से है, जो रात अथवा दिन में किसी समय अदल-बदल सकता है। यही कारण है कि ऋतु-पत्र में ताप की अपेक्षा वायु-भार को ही महत्त्व दिया जाता है। वायु-भार दिखाने वाली रेखाएँ, सम-वायुभार रेखाएँ (आइसोबार) ही ऋतु-पत्र की विशेषता होती हैं। वायुभार से सम्बन्धित दशाएँ जैसे जलवर्षा, बादल, कोहरा, तुषार आदि का भी विवरण ऋतु-पत्र में मिलता है।

ऋतु-पत्र में वायु की दशा का विवरण निश्चित संकेतों द्वारा होता है। ये संकेत अन्तर्राष्ट्रीय ऋतु-आयोजन (इण्टरनेशनल मीटियारालाजिकल आरगनाइ-जेशन) जिसका केन्द्र स्विट्जरलैण्ड में है, द्वारा नियत किये गये हैं। इस आयोजन को O. M. L. भी कहते हैं।

ऋतु-पत्र बनाने के लिए वायु दशा का निरीक्षण दिन में कई बार किया जाता है · त्रुटिरहित निरीक्षण के लिए अनेक प्रकार के यन्त्रों का प्रयोग किया जाता है। इन यन्त्रों में मुख्य यन्त्र वायु भार मापक (बैरोमीटर), ताप मापक (थर्मामीटर), पवन मांपक (एनीमोमीटर) और वर्षा मापक (रेन-गेज) तथा आर्द्रताभापी (हाइग्रोमीटर) हैं।

चक्रवात के लिए ऋतु-पत्र

ऋतु-पत्र में दी हुई समवायु भार रेखाएँ कई आकार की होती हैं। इन आकारों में तीन मुख्य आकार होते हैं, जिनसे सम्बन्धित अन्य आकार होते हैं। ये आकार निम्नलिखित हैं—

(1) चक्रवात (साइक्लोन), (2) प्रति-चक्रवात (ऐन्टी साइक्लोन) और (3) चक्रवात स्कन्ध (कोल)।

चक्रवात—चक्रवात में समवायु भार रेखाओं के कोने मुड़े होते हैं, जिनसे वे गोलाकार होती हैं। इस आकार में भीतर की ओर वायुभार घटता जाता है। इसीलिए ऋतु-पत्रों में चक्रवात की पहली समवायु भार रेखा के भीतर 'लो' (Low) लिख दिया जाता है। (देखिये चित्र पृष्ठ 65 पर)

ये बंगाल की खाड़ी के शीर्ष भाग यानी नदी के डेल्टा के पास से आरम्भ

होते हैं। ये चक्रवात उड़ीसा, बिहार, मध्य प्रदेश, उत्तर प्रदेश तथा पंजाब क्षेत्रों में वर्षा करते हैं। ग्रीष्म में उत्तर-पश्चिम भारत में तापीय चक्रवात उत्पन्न होते हैं।

प्रतिचक्रवात—प्रतिचक्रवात में वायु-भार भीतर से बाहर की ओर कम होता है। इसीलिए उसकी पहली समवायु भार रेखा के भीतर 'हाई' (High) लिख दिया जाता है।

चक्रवात के केन्द्र में उच्च वायु भार के होने से इन दोनों आकारों से सम्बन्धित ऋतु एक दूसरे के विपरीत होती है। चक्रवात के पहचानने में उसकी बहुत सी समवायु-भार रेखाएँ सहायक होती हैं। इन दोनों में पवन दिशाएँ भी विपरीत होती हैं। चक्रवात में उत्तरी गोलार्द्ध में पवन दिशा घड़ी की सुई के विरुद्ध और प्रति चक्रवात में घड़ी की सुई की दिशा में होती है। (देखिये चित्र पृष्ठ 75 पर)

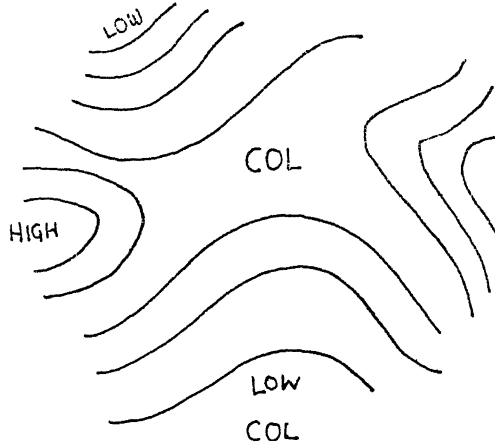
चक्रवात का स्कंध—चक्रवात का स्कन्ध (Col) वास्तव में प्रतिकूल दिशाओं में दो चक्रवातों और दो प्रतिचक्रवातों से घिरा हुआ होता है। यहाँ पर पवन का प्रायः अभाव होता है और वायुभार प्रायः स्थिर रहता है। (चित्र पृष्ठ 87 पर देखिये)

ज्यों-ज्यों किसी क्षेत्र में वायुभार बदलता है, त्यों-त्यों वहाँ की समवायु भार रेखाओं का आकार भी बदलता है और ऋतु भी बदलती है।

चक्रवातों के अन्य आकार

वेज— (Wedge)—यह प्रति चक्रवात का आगे का बढ़ा हुआ भाग होता है। यह मुख्यतः दो चक्रवातों के मध्य पाया जाता है। इसकी आकृति एक वेज (खूंटे की तरह का आकार जो एक ओर से पैना तथा दूसरी ओर से मोटा होता जाता है।) की तरह होती है। इसकी समदाब रेखायें कुछ गोलाकार होती हैं। सबसे अन्दर की समदाब रेखा उच्चतम वायुदाब को दर्शाती है। इस प्रकार यह V–अवदाब के बिल्कुल विलोम होती है। वेज के पिछले भाग में हवा की दिशा में परिवर्तन होते रहते हैं। इसके अगले भाग की ओर आकाश साफ नजर आता है। (देखिये चित्र पृष्ठ 75 पर)

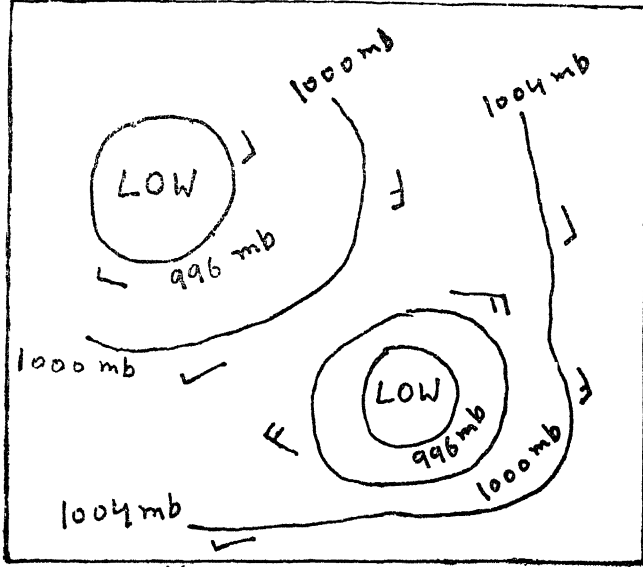
V—**अवदाब**–(V–Depression)—यह एक सक्रिय समशीतोष्ण चक्र-

चक्रवात का स्कंध

वात का भाग होता है। समदाब रेखाओं का आकार अंग्रेजी के अक्षर V की तरह का होता है—इसी कारण इसे V–अवदाब कहा जाता है। इसके सबसे अन्दर की समदाब रेखा न्यूनतम वायुदाब दर्शाती है।

इन अवदाबों के साथ तेज हवा तथा अस्थिर तथा भारी वर्षा सम्बन्धित होती है। इसके अगले भाग में बादल छाये रहते हैं तथा वर्षा होती रहती है रुक-रुककर तथा इस पिछले भाग में आकाश साफ रहता है। इस भाग में ठण्डी तथा कुछ कम ठण्डी हवाएं चलती रहती हैं।

जब V–अवदाब किसी क्षेत्र के ऊपर से गुजरता है हवा की दिशा, मेघाच्छन्नता तथा वर्षा में आकस्मिक परिवर्तस होता है। (देखिये चित्र पृष्ठ 69 पर)

गौण अवदाब (Secondary depression)—एक विशाल चक्रवात (समशीतोष्ण) में कुछ बहुत पास पाई जाने वाली चक्रवात बनाती हुई समदाब रेखायें अथवा समदाब रेखाओं में मोड़ (Curve) गौण अवदाब को दर्शाते हैं।

यह प्रायः समशीतोष्ण चक्रवात के किनारे के पास ही विकसित होता है।

गौण अवदाब

इसमें तेज गति वाली हवायें चलती हैं तथा वर्षा होती है तथा मौसम में आकस्मिक परिवर्तन होते हैं।

मोटे तौर पर यह कहा जा सकता है कि चक्रवात में झंझावातीय ऋतु (स्टॉर्मी) और प्रतिचक्रवात में शुष्क ऋतु (फेयर वेदर) होती है। चक्रवात स्कन्ध में बारी-बारी से उपरलिखित दोनों प्रकार की दशाएँ आती हैं।

चक्रवात में वायु की चार मुख्य दशाएँ देखी जाती है, जिनका सम्बन्ध उसकी उष्ण वायु से है। पहली दशा में अधिक ऊँचाई पर आकाश में एक ओर रूई की भांति सफेद बादल दिखाई देते हैं और उत्तरी गोलार्द्ध में पवन दक्षिण की दिशा से चलने लगती है। इस पवन का ताप कुछ अधिक होता है। दूसरी दशा में बादल नीचे आ जाते हैं और धीरे-धीरे उनका रंग काला हो जाता है। इन काले बादलों से हल्की-हल्की वर्षा रुक-रुककर होने लगती है। पवन की

दिशा अब प्रायः पूर्व की ओर से ही जाती है। तीसरी दशा में बादल फट जाते हैं और पवन की दिशा उत्तर और पूर्वोत्तर से हो जाती है। चौथी दशा में पवन की दिशा प्रायः पश्चिम से हो जाती है और उसका ताप बहुत नीचा हो जाता है। पवन का वेग भी अधिक हो जाता है। कभी-कभी बादलों के काले और सफेद मिले हुए टुकड़े आते हैं जिनसे भारी वर्षा होती है। थोड़े समय के बाद इन बादलों का अन्त हो जाता है और आकाश स्वच्छ हो जाता है।

जिन क्षेत्रों में चक्रवात आता है, उनके पूर्वी तथा दक्षिणी भागों में ही अधिक जल वर्षा होती है।

प्रतिचक्रवात में वायु की दशा मुख्यतः शुष्क और शान्त होती है। इसमें पवन हल्की और केवल कभी-कभी चलती है। प्रतिचक्रवात की गति बहुत शिथिल होती है और इसीलिए यह अधिक दिनों तक एक क्षेत्र में बना रहता है।

संयुक्त राज्य अमेरिका के ऋतु अनुमान विभाग ने चक्रवात के विषय में निम्नलिखित सूचनाएँ दे रखी हैं।

"जब वायुभार मापक यंत्र में पारा शीघ्र नीचे की ओर जाने लगे और पवन दक्षिण अथवा दक्षिण पूर्व की ओर से चलने लगे, तब समझना चाहिए कि पश्चिम दिशा से चक्रवात आ रहा है। यह चक्रवात 12 से 24 घण्टे के भीतर निरीक्षण स्थान से निकट अथवा उत्तर की ओर निकलेगा। यदि पारा गिरते समय पवन की दिशा पूर्व अथवा उत्तर पूर्व से है तो चक्रवात दक्षिण या दक्षिण-पश्चिम की ओर से आ रहा है और निरक्षण स्थान से दक्षिण अथवा पूर्व की ओर निकलेगा। पारा गिरने की गति चक्रवात के आने के वेग की सूचक है।"

ऋतु पत्र को देखकर चक्रवात के चलने की दिशा का अनुमान लगाना सरल है। प्रकृति का नियम है कि अपने को अपना खींचता है, अर्थात् 'चोर-चोर मौसेरे भाई'। इस नियम के अनुसार किसीं क्षेत्र में स्थित एक प्रकार की ऋतु क्षेत्र के उसीं भाग की ओर जायेगी जिस ओर उसी प्रकार की ऋतु स्थित है। इसीलिए उच्च वायुभार दूसरे उच्च वायुभार की ओर चलता है और निम्न वायुभार दूसरे निम्न वायुभार की ओर चलता है अर्थात् चक्रवात, चक्रवात की ओर तथा प्रतिचक्रवात प्रतिचक्रवात की ओर जाता है। यही कारण है कि पूर्व की

ओर जाने वाले चक्रवात उत्तर की ओर मुड़ने के लिए तत्पर रहते हैं क्योंकि मध्य-वर्ती अक्षांशों में निम्न वायुभार अधिक रहा करता है और प्रतिचक्रवात प्रायः दक्षिण की ओर मुड़ते हैं।

मौसम के संकेत

मौसम में होने वाले परिवर्तनों को मौसम मानचित्र पर विभिन्न संकेतों द्वारा दर्शाया जाता है।। (देखिये चित्र पृष्ठ 91 पर)

पवन (Wind)—पवन को एक वृत्ताकार में (वृत्ताकार मेघाच्छन्नता को दर्शाते हैं—जैसा कि मौसम के संकेत वाले चित्र में दिया है) खींची गई रेखा द्वारा दर्शाया जाता है। यह रेखा पवन की दिशा को प्रदर्शित करती है तथा वृत्त मेघाच्छन्नता को नर्शाता है।

जितने घने मेघ आकाश पर छाते हैं, उसी को दर्शाने वाला वृत्ताकार मान-चित्र पर बनाया जाता है और उसमें जिधर हवा के बहने की दिशा होती है, उसी ओर उस वृत्त में रेखा खींच दी जाती है।

रेखा के आगे एक झुकी हुई रेखा, जो उस रेखा के सिरे से कुछ हटकर होती है—5 नॉट (Konott) दर्शाती है तथा जो झुकी रेखा उस रेखा के बिल्कुल सिरे पर होती है—वह 10 नॉट को दर्शाती है। इसी तरह मोटी झुकी हुई झंडी तुका रेखा 50 नॉट को दर्शाती है।

मेघाच्छन्नता (Cloud Amount)—मेघाच्छन्नता को वृत्ताकार गोले द्वारा दर्शाया जाता है। मेघरहित आकाश के लिए वृत्त खाली होता है। आकाश का आठवां भाग यदि बादलों से ढँका हो तो वृत्त के बीच में एक खड़ी रेखा बना दी जाती है। जब आकाश का आधा भाग बादलों से ढँका हो तो वृत्त का आधा भाग काला कर देते हैं।

इसी प्रकार मेघाच्छन्नता की विभिन्न स्थितियों को वृत्त की भिन्न-भिन्न आकृतियों द्वारा दर्शाया जाता है।

वर्षा (Rain)—वर्षा की मात्रा को सेंटी मीटरों में दर्शाया जाता है। 0.25 से लेकर 0.74 को एक क्षैतिज रेखा (—) द्वारा दर्शाते हैं। 0.75 से

मौसम बताने वाले संकेत

Wind :- (हवा) ⸺ = 5 KNOTS, ⸺ = 10 KNOTS, ⸺ = 50 KNOTS				
Rain Fall :- in C.M. (वर्षा) ⸺ = 0·25 To 0·74 CMS. | = 0·75 To 1·49 CMS.				
WEATHER — मौसम			CLOUD AMOUNT मेघाच्छन्नता	
HAZE ∞ धूलभरा आकाश	SQUALL ∀ प्रचंड हवा	RAIN ● वर्षा	1/8 SKY	3/4 SKY
DUST WHIRL धूल भरी आंधी	FOG ≡ घना कोहरा	SNOW ✶ हिम वर्षा	1/4 "	7/8 "
MIST = कोहरा (तुषार)	SANDSTORM बालू भरा बवंडर	SHOWER ▽ वर्षा झड़ी	3/8 " ; 1/2 " ; 5/8 "	OVER CAST ; SKY obscured आकाश धुंधला
LIGHTNING ↯	DRIFTING SNOW बहता हिम	THUNDER STORM तड़ित झंझा		
SHALLOW FOG ⚌ छिछला कोहरा	DRIZZLE ❟ मंद वर्षा	HAIL △ ओला वृष्टि	HIGH CLOUD ; LOW or MEDIUM CLOUD	

1.49 से०मी० तक की वर्षा को खड़ी रेखा (।) द्वारा दर्शाया जाता है। इससे अधिक मात्रा की वर्षा को अंक लिखकर ही प्रदर्शित किया जाता है।

इसी प्रकार कुहासा, धुंध, तुषार, बवंडर आदि को दर्शाने के लिए विभिन्न संकेत चित्र में दर्शाये गये हैं।

सागरीय अवस्था के संकेत

सागरीय अवस्था को दर्शाने के लिए कुछ संक्षिप्त अक्षरों द्वारा संकेत बनाये गये हैं, जो जहाज-संचालन में बहुत उपयोगी होते हैं। यह संकेत निम्न प्रकार से हैं—

Cm=Calm (शांत)

Sm=Smooth (ठंडा)
Sl=Slight (सामान्य)
Mod=Moderate (मध्यम, संतुलित)
Ro=Rough (उग्र, अशान्त)
V. Ro=Very Rough (प्रचंड, बहुत ही अशान्त)
Hi=High (उच्च)
V. Hi=Very high (उच्चतम)
Ph=Phenomenal (असाधारण, प्रतिभासित)
W=Direction 0f wave (लहरों की दिशा)

लहर की दिशा को दर्शाने के लिए टेढ़ी-मेढ़ी लकीर खींच दी जाती है। इस टेढी-मेढ़ी लकीर के आगे एक तीर का निशान लगा दिया जाता है जो दिशा को दर्शाता है।

सागर तल के अनुसार वायुदाब को प्रदर्शित करने के लिए समदाब रेखायें खींची जाती हैं। समदाब रेखायें वायुदाब को मिली बार (Mb) में दर्शाती हैं। इनका विवरण पहले ही दिया जा चुका है।

भारत का ऋतु-पत्र

भारत के ऋतु-पत्र में प्राय: थोड़ा ही विवरण रहता है। इसमें वायुभार का वितरण, पवन की दिशा और वेग तथा जलवर्षा की मात्रा ही मुख्य दिये हुए विवरण होते हैं। मुख्य ऋतु-पत्र के नीके विगत 24 घण्टों में हुए वायुभार अंतर के दो चित्र भी रहते हैं। इसके अतिरिक्त दैनिक ताप, आर्द्रता और बादल का ब्यौरा भी संख्याओं में दिया रहता है। भारत के ऋतु-पत्र में पिछले 24 घण्टों की ऋतु का वर्णन तथा आगामी चौबीस घण्टों की ऋतु का अनुमान भी दिया रहता है।

भारत में ऋतु निरीक्षण के लिए समुचित सुविधाएँ बहुत कम हैं। भारत के पड़ोसी देशों में भी ऋतु निरीक्षण का प्रबन्ध बहुत ही पिछड़ा हुआ है। हमारे देश में लोगों की ऋतु अनुमान में रुचि भी कम है। यद्यपि भारत में रेडियो द्वारा

समय-समय पर खेती से सम्बन्धित ऋतु अनुमान प्रसारित होते रहते हैं, परन्तु इस देश का अपढ़ किसान उससे प्राय: कोई लाभ नहीं उठाता है ।

भारत का ऋतु पत्र देखने से ज्ञात होता है कि यहां पर समवायु भार रेखाएँ बहुत टेढ़ी-मेढ़ी होती हैं। वर्षा ऋतु में अन्य महीनों की अपेक्षा यह टेढ़ापन अधिक होता है । दूसरी बात इस ऋतु पत्र की यह है कि जाड़े और गर्मी के पत्र एक दूसरे से बिल्कुल भिन्न होते हैं ।

जाड़े के ऋतु-पत्र में समवायु भार रेखाओं के उभार (बैंज) मुख्य विशेषता हैं। ये उभार उच्च वायु भार से बनते हैं। इनका प्रभाव देश की ऋतु पर बहुत पड़ता है। उभारों के अतिरिक्त कभी कभी-कभी स्पष्ट रूप में प्रतिचक्रवात भी बन जाते हैं।

ये प्रतिचक्रवात कभी-कभी दक्षिणी भारत में होते हैं। जाड़े में बहुधा पश्चिम की ओर से कुछ चक्रवात भी आते हैं। ये चक्रवात पश्चिमी हिमालय अथवा काश्मीर की ओर जाते हैं। कभी-कभी इनका मार्ग गंगा की घाटी में होकर आसाम की ओर भी जाता है। इन चक्रवातों के कारण भारत में जाड़े की ऋतु में कभी-कभी बहुत कुछ परिवर्तन हो जाता है। अधिक जाड़ा तथा थोड़ी-सी जल वर्षा जाड़े की सामान्य सूखी ऋतु में एक बहुत बड़ा अन्तर डाल देते हैं। परन्तु यह अन्तर थोड़े ही दिन के लिए रहता है। प्रतिचक्रवातीय ऋतु ही जाड़े की मुख्य विशेषता है।

गर्मी में भारत का ऋतु पत्र एक निम्न वायु भार (ट्रफ) से प्रभावित रहता है। यह निम्न वायु भार प्राय: उत्तर पश्चिमी भाग में स्थित रहता है। समुद्र से देश के भीतर आने वाली पवनें इसी निम्न वायुभार की ओर जाना चाहती हैं, जिससे वर्षा ऋतु में सारे देश में थोड़ी बहुत जलवर्षा हो जाया करती है। गर्मी के आरम्भ में कभी-कभी प्रतिचक्रवात का प्रभाव भी विशेष रहता है। इस प्र तिचक्रवात के समय देश में वेगवती उष्ण पवनें दिन में अधिकतर चला करती हैं।

वर्षा ऋतु में मानसून का प्रभाव बंगाल की खाड़ी तथा अरब सागर से चल कर देश के समस्त भाग में फैल जाता है । मानसून का प्रभाव कई चक्रवातों

द्वारा देश के भीतर प्रवेश करता है। बंगाल की खाड़ी पर स्थित नदियों के मुख इन चक्रवातों के विशेष द्वार बन जाते हैं। गंगा, महानदी और ब्रह्मपुत्र आदि की घाटियों में होकर मानसून के चक्रवात देश के भीतरी भागों में प्रवेश करते हैं। इन चक्रवातों की उत्पत्ति बंगाल की खाड़ी में ही होती है, क्योंकि यहां थल की शुष्क वायु और जल की आर्द्र वायु का मिलाप होकर वायु में भँवरें उत्पन्न हो जाती हैं।

14. तूफान के शिकार देश-प्रदेश

समुद्री तूफानों से विश्व के कई देशों और तटीय प्रदेशों और द्वीपों को जूझना पड़ता है। प्रशांत महासागर और केरीबियन सागर के द्वीपों को अक्सर इन तूफानों का सामना करना पड़ता है। संयुक्त राज्य अमरीका के पूर्व-उत्तर तट पर भी तूफान के बादल यदा कदा छाये रहते हैं। प्रशांत महासागर के द्वीपों को खासकर फिलीपीन द्वीप समूह को समुद्री तूफानों का अधिक सामना करना पड़ता है। 1970 में जिस समय पूर्वी पाकिस्तान (बंगला देश) भयंकर तूफान की चपेट में था, उस वक्त फिलीपीन में भी तूफान अपने विकराल रूप में था। सैकड़ों लोग तूफान की गोद में समा गये थे और लाखों रुपयों की सम्पत्ति नष्ट हो गई थी। कुछ छोटे द्वीप तो कई दिनों तक समुद्र की विशाल लहरों में डूबे रहे थे।

भारत में अरब सागर में भी तूफान आते हैं लेकिन बंगाल की खाड़ी की अपेक्षा बहुत कम आते हैं। अरब सागर में आने वाले तूफान इतने प्रचंड नहीं होते। बंगाल की खाड़ी में संसार में सबसे भयंकर तूफान आते हैं। ये तूफान हर वर्ष हजारों लोगों की जानें लेते हैं और लाखों रुपयों की सम्पत्ति नष्ट करते हैं। लगभग हर वर्ष एक भीषण तूफान मानसून से पहले आता है और 2-3 बार मानसून के समय।

बंगाल की खाड़ी के तूफान केवल बंगला देश को ही नहीं, भारत के कई भागों को प्रभावित करते हैं। ये तूफान बंगाल और पूर्वी तट के लिए विनाशकारी सिद्ध हुए। आंध्र प्रदेश और उड़ीसा के तटवर्ती इलाकों को तो अक्सर इन तूफानों का शिकार होना पड़ता है। 1967 में आंध्र प्रदेश में दो बार भयंकर तूफान आये जिससे हजारों लोगों की मृत्यु हुई और हजारों लोग बेघर हो गए करोड़ों रुपयों की

सम्पत्ति इन तूफानों की भेंट हो गई।

हवाई द्वीप समूह के निवासियों को भी समुद्री तूफानों का मुकाबला करना पड़ता है। 1946 में आये विकराल तूफान ने तो यहां गजब ही ढा दिया। सब कुछ शांत था। समुद्र किनारों से काफी दूर हट गया था। लेकिन कुछ ही मिनटों में इतना भयंकर तूफान आया कि उसने सैकड़ों मकानों और हजारों लोगों को अपने गर्त में छिपा लिया। तूफान से द्वीपों को तो प्रायः हानि और जोखिम उठाना ही पड़ता है। कई बार तो द्वीप के द्वीप ही समुद्र की गहराई में खो जाते हैं।

उत्तरी प्रशांत महासागर में जापान और चीन के तटीय इलाकों में अनेक तूफान आते हैं। प्रशान्त महासागर सबसे बड़ा और गहरा (35 हजार फुट से अधिक) है। प्रशान्त में उत्तरी भूमध्यरेखीय गर्म धारा, दक्षिणी भूमध्यरेखीय गर्म धारा, विपरीत भूमध्यरेखीय धारा, पूर्वी आस्ट्रेलिया गर्म धारा, कैलीफोर्निया ठंडी धारा तथा क्यूटाइल ठंडी धारा बहती है। इन धाराओं का समुद्र तथा तटों की जलवायु पर गहरा प्रभाव पड़ता है। समुद्री तूफान में इन धाराओं की भी मुख्य भूमिका होती है। जापान द्वीपपुंज को तो अकसर टाईफूनों (भीषण तूफान) की विभीषिका से गुजरना पड़ता है।

हालैंड देश समुद्र की सतह से नीचा बसा हुआ है। इसीलिए उत्तरी सागर में उठे तूफान हमेशा इसे निगलने को तत्पर रहते हैं। यहां के निवासियों को हर दिन तूफान का खतरा लगा रहता है। मध्य युग में ये यहां के मनुष्य खेतों के चारों ओर दीवारें बना लिया करते थे। लेकिन तूफान की विशालता और भयंकरता के सामने ये दीवारें तिनकों के समान ढह जाती थीं। फिर यहां के लोगों ने अपने देश को समुद्री तूफान से बचाने के लिए बड़े-बड़े बांध बाँधना शुरू किया। सम्पूर्ण देश के चारों ओर बाँध बाँधना कोई सरल कार्य नहीं था। लेकिन यहाँ के परिश्रमी और साहसी लोगों का ही चमत्कार था कि उन्होंने देश को बड़े-बड़े बांधों के बीच सुरक्षित कर लिया। अभी हाल ही में उन्होंने एक और विशाल बाँध का निर्माण किया है जिसका नाम है—ज्यूडर-जी। इस बाँध का निर्माण सन् 1920 में डाक्टर लेला के निर्देशन में आरम्भ हुआ था। यहाँ के निवासी वर्षों से इस विशाल बाँध के पूर्ण होने की आशा लगाये बैठे थे। आखिर अभिलाषा पूरी हुई,

इस बाँध के बन जाने से अब उनका देश पूरी तरह समुद्री तूफान से सुरक्षित है। यह बाँध 20 मील लम्बा है। बाँध के ऊपर चौड़ी सड़क भी बनाई गई है। बाँध में जगह-जगह पर मार्ग भी बनाये गये हैं जिनमें होकर जहाज आ-जा सकते हैं। कुछ वर्ष जो स्थल भाग समुद्र का तल थी, वहाँ आज हरे-भरे खेत लहरा रहे हैं। इतना होते हुए भी समुद्री तूफान का खतरा तो प्राय: बना ही रहता है। क्योंकि तूफान की विकरालता के आगे किसी का बस नहीं।

संसार में शीतोष्ण चक्रवातों के प्रदेश

संसार में 39° से 40° अक्षांशों के मध्य महाद्वीपों के पश्चिमी भाग में चक्रवात केवल जाड़े की ऋतु में चला करते हैं। परन्तु 40° से 60° से अक्षांशों के बीच ये चक्रवात साल भर पछुआ हवा की पेटी में उसके साथ चलते हैं। शीत काल में जब पछुआ का प्रभाव 30° से 60° अक्षांशों तक रहता है तब चक्रवातों का विकास अधिक होता है और ये इन अक्षांशों में चलने वाली पछुआ हवा के साथ नदी में तैरते हुये भँवर की भांति चला करते हैं। पछुआ हवा पश्चिम से पूरब की ओर चलती है। अत: ये चक्रवात भी पश्चिम से पूरब की ओर चलते हैं। किन्तु उत्तरी गोलार्द्ध में महाद्वीपों पर दक्षिण की ओर और समुद्रों पर उत्तर की ओर मुड़ते हैं। पश्चिमी यूरोप में बसन्त ऋतु में इनकी शक्ति सबसे कम होती है। ज्यों-ज्यों ये चक्रवात स्थल की ओर बढ़ते हैं उनकी शक्ति कम होती जाती है और वर्षा भी कम होती जाती जाती है। यहाँ तक कि महाद्वीप के पूरब में इन्हीं अक्षांशों में चक्रवात से वर्षा नहीं के बराबर होती है। किन्तु अमरीका में ऐसी स्थिति नहीं रहती।

इन चक्रवातों में राकीज के पश्चिमी भाग में वर्षा होती ही है पर जब ये राकी पर्वत-समूह को पार करके पूर्वी तट के निकट पहुँचते हैं तो समुद्र की ओर से भाप भरी हवाएं खिंच आतीं हैं। ये हवाएँ दक्षिण-पूरब से आती हैं और ठण्डी होकर वर्षा करती हैं। उत्तरी अमरीका में मिशिगन, ओण्टोरियो और पश्चिमी न्यूयार्क के भागों में वर्षा होने का कारण यही है। दक्षिणी गोलार्द्ध में ये चक्रवात वर्ष भर बनते हैं और इनके बनने का स्थान महासागर होते हैं।। इनका मार्ग

मध्य चिली, दक्षिणी-अफ्रीका, दक्षिणी-पश्चिम आस्ट्रेलिया, दक्षिण-पूरबी आस्ट्रेलिया, तस्मानिया तथा न्यूजीलैंड हैं।

अटलांटिक महासागर में उत्पन्न चक्रवात जाड़े की ऋतु में भूमध्य सागरीय प्रदेशों को पार करते हुए एशियाई टर्की में प्रवेश करते हैं और ईराक, ईरान, अफगानिस्तान और पाकिस्तान को पार करते हुए उत्तरी भारत में भी अपना प्रभाव दिखलाते हैं।

उष्ण कटिबंधीय चक्रवातों के प्रदेश

विभिन्न उष्ण कटिबंधीय प्रदेशों में ये चक्रवात विभिन्न नामों से विख्यात हैं। अरब सागर तथा बंगाल की खाड़ी में इन्हें चक्रवात, चीन सागर में प्रचण्ड झंझा या टाइफून (Typhoon) पश्चिमी द्वीप समूहों, फ्लोरिडा तथा उत्तरी अमरीका में प्रभंजन तथा अफ्रीका के गिनी तट पर टारनेडो (Tornado) कहते हैं। मेडागास्कर एवं पूरबी अफ्रीका के तटीय प्रदेशों और आस्ट्रेलिया के उत्तरी-पूरबी एवं उत्तरी-पश्चिमी तटीय प्रदेशों में भी उष्ण कटिबंधीय चक्रवात चलते हैं। इनमें समवायुदाब रेखाओं का पास-पास होना ढाल प्रवणता का सूचक होता है जिसके कारण वायु की गति बहुत अधिक होती है। इससे धन-जन की बहुत क्षति होती है। समुद्रों में ऊँची लहरों के उत्पन्न होने से जहाज डूब जाते हैं तथा तटीय भागों पर पानी चढ़ जाने के कारण विनष्टकारी दृश्य उपस्थित हो जाता है।

15. तूफान-सूचक यंत्र

समुद्री तूफान अथवा मौसम में होने वाले परिवर्तनों को जानने के लिये यंत्रों की सहायता ली जाती है।

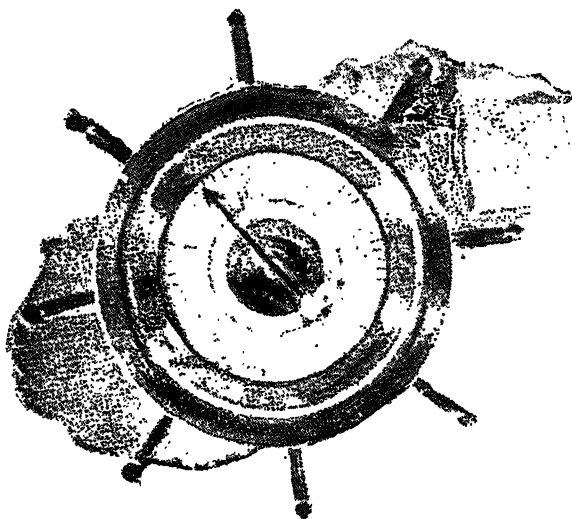
किसी स्थान के मौसम को जानने के लिये उस स्थान का वायुमंडल का तापमान, वायुदाब, पवन की दिशा, पवन का वेग, मेवाच्छन्नता तथा आर्द्रता आदि ऋतु-तत्वों की स्थिति तथा दशा को कुछ यंत्रों से जाना जाता है।

हम नीचे उन्हीं यंत्रों का वर्णन कर रहे हैं जो ऋतु-तत्वों की स्थिति की सही-सही जानकारी देते रहते हैं।

वायुभार मापक (बैरोमीटर)

वायुभार मापक दो प्रकार के होते हैं। एक शीशे का बना होता है, जिसमें पारा भरा रहता है, दूसरा लोहे की कमानी से बना होता है। इस कमानीदार वायुभार मापक को एनीरोयड भी कहते हैं। एनीरोयड ही अधिकतर वायुभार नापमे में प्रयोग किया जाता है, क्योंकि इसको इधर-उधर ले जाने में बड़ी सुविधा होती है। यह एक कमानीदार छोटी डिबिया होती है, जिसमें वायु प्रवेश करने के लिए द्वार बना रहता है। डिबिया के ऊपर एक सुई लगी रहती है, जो वायु भार परिवर्तन होने पर इधर-उधर चलती है। परन्तु एनीरोयड में सबसे अधिक सुविधा यह है कि उसमें भिन्न भिन्न अक्षांशों पर आकर्षण शक्ति के अनुसार परिवर्तन नहीं करना पड़ता है। वायुभार अनेक प्रकार से नापा जाता है। इसकी नाप इंचों में, मिलीमीटर में अथवा मिलीबार में की जाती है। परन्तु मिलीबार का प्रयोग आजकल बहुत प्रचलित है। मिलीबार शब्द का अर्थ किसी लम्बाई

का सहस्त्रांश है। इस रीति के अनुसार वायुभार नापने वाली पारे की 30 इंच लम्बाई को 1,000 समान भागों में बाँटा गया गया है। मिलीबार में नाप लिखने में सबसे अधिक सुविधा इसलिए है कि वायुभार का छोटे से छोटा अन्तर भी उसमें दिखाया जा सकता है। वायुभार का अन्तर प्रायः बहुत थोड़ा हुआ करता है जो इंच जैसी बड़ी माप में सरलता से नहीं दिखाया जा सकता। इसलिए मिलीबार की माप ही लोकप्रिय हो गई है। ऊपर दी हुई तीनों प्रकार की माप की तुलना निम्नलिखित है—

1000 तिलीबार=29½ इञ्च=750।

नर्द्रव बैरोमीटर

मिलीमीटर वायुभार मापक यंत्र को स्वयं चालित (आटोमेटिक) रूप में अधिकतर प्रयोग किया जाता है। इस स्वयं चालित यंत्र में मनुष्य को निरीक्षण का कार्य इस यंत्र को ही सौंप देना होता है। इस यंत्र में एक लेखनी लगी रहती

है, जो अपने आप ही वायुभार के परिवर्तन के अनुसार ऊपर-नीचे होती रहती है। इस लेखनी द्वारा एक घूमते हुए कागज पर लगातार रेखा खिचती जाती है। इस प्रकार के स्वयं चालित यंत्र को बैरोग्राफ कहते हैं।

दबाव मापने की प्रणाली

वायुमंडल में स्थित वायु में भार होता है इसलिये इस शक्ति को इकाई माना जाता है। वायुमंडल के दबाव को मापने के लिये प्रयुक्त की जाने वाली इकाई को मिली बार कहते हैं।

वायुमंडल का औसत दबाब 45° अक्षांश पर ० सें० ग्रे० होता है। समुद्र-तल पर पारे का स्तम्भ 760 मि० मी० या 29.92 इंच होता है। पारे के 760 मि० मी० ऊंचे स्तम्भ द्वारा प्रति वर्ग सें० मी० पर–1013231 डाइन (dynes) के बराबर दबाव डाला जाता है।

एक बार 1,000,000 डाइन के बराबर होता है तथा एक मिली बार 1,000 डाइन के बराबर अर्थात् बार के एक हजारवें हिस्से के बराबर होता है।

1 बार=1,000,000 डाइन

1 मिली बार=1,000 डाइन

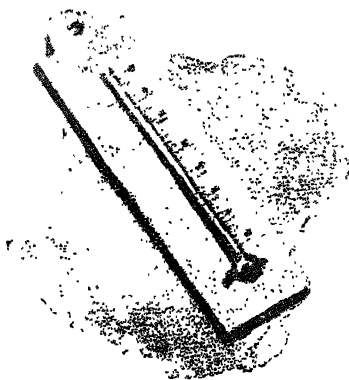
लेकिन 1,000 मि० बा० (M.b.)=760.1 मिली मीटर अथवा 29.53 इंच के।

1 मि० बा०=०.7601 मि० मी० या ०.०29.53 इंच

1 इंच=34 मिली बार के।

ताप-मापक (थर्मामीटर)

ताप मापक यंत्र में शीशे की नली में पारा भरा होता है। ताप के अनुसार यह पारा नली में फैलता और सिकुड़ता रहता है, जिसमें ऊँचे अथवा नीचे तापों का ज्ञान होता है। बहुत ही शीत प्रदेशों के लिए पारे के स्थान पर शीशे की नली में अल्कोहल भरा जाता है, क्योंकि पारे की भांति अल्कोहल जमता नहीं

है। तापमापक यंत्र में केवल वायु का ताप ही नापा जाता है। इसीलिए उसको छाया में ही रखा जाता है, धूप में नहीं। धूप में रखने से न केवल वायु का ताप वरन् शीशे की नली का ताप भी उसमें आ जायेगा। केवल वायु के ताप की ही नाप आये, इसीलिए ताप मापक यंत्र को धरातल से $3\frac{1}{2}$ फुट की ऊँचाई पर एक जालीदार लकड़ी के बक्स में रखा जाता है। इस बक्स को स्टीवेन्सन स्क्रीन कहते हैं।

थर्मामीटर (तापमापी)

बैरोग्राफ की भांति ताप मापक यंत्र भी स्वयं-चालित होता हैं। इसको थर्मोग्राफ कहते हैं।

आजकल चार प्रकार के ताप-मापक यंत्र प्रयोग में आते हैं। फारेनहाइट, सेन्टीग्रेड, रूमर और आब्सोल्युट। फारेनहाइट में पारे की नली 212 भागों में, रूमर में 80 भागों में और अब्सोल्यूट में 393 भागों में बँटी होती है। वास्तव में अब्सोल्यूट ताप-माप सेन्टीग्रेड में दिये हुए ताप में 293 जोड़ने से निकलती है। अब्सोल्यूट ताप का चिह्न 'H' है। फारेनहाइट का 'F', सेन्टीग्रेड का 'C' और रूमर का 'K' चिह्न है।

ताप-मापक दो प्रकार के होते हैं। साधारण तथा उच्चतम और निम्नतम

ताप वाले (मैक्सिमम एण्ड मिनिमम थर्मामीटर)। उच्चतम और निम्नतम ताप वाले यंत्र में पारे की नली में एक धातु का टुकड़ा पड़ा रहता है। पारे के साथ वह ऊपर खिच आता है, परन्तु जिस स्थान पर वह पहुँच जाता है, उससे वह अपने आप नीचे नहीं उतरता। वह वहीं लगा रह जाता है। उसको देखने से यह पता लग जाता है कि सबसे ऊँचा ताप कहाँ तक गया था। इसी प्रकार दूसरी नली में पारे की नली के नीचे की ओर भी धातु का एक टुकड़ा रहता है, जो पारे के साथ नीचे खिसकता है और उससे निम्नतम ताप का ज्ञान होता है। धातु को बाद में चुम्बक द्वारा ऊपर-नीचे खिसकाया जाता है।

तापमान का औसत निकालना

मान लीजिये किसी स्थान का तापमान एक दिन का उच्चतम तापमान 35° सें०ग्रे० है तथा न्यूनतम तापमान है—26° सें० ग्रे०।

उच्चतम तापमान=35° सें० ग्रे०

निम्नतम तापमान=26° सें० ग्रे०

औसत तापमान = $\frac{35+26}{2}$ =30.5° सें० ग्रे०

यदि ताप परिसर निकालना हो तो—

ताप परिसर=35-26=9° सें० ग्रे०

इस प्रकार—

औसत तापमान (Mean Temperature)=30.5° सें० ग्रे०

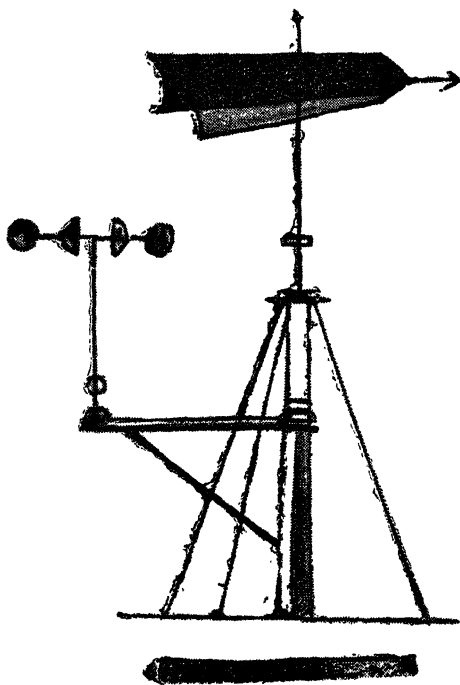
तथा ताप परिसर (Range of Temperature)=9° सें० ग्रे०

पवन-मापक (एनीमोमीटर)

पवन का वेग नापने के लिए एनीमोमीटर यंत्र होता है। यह बहुत बड़ा यंत्र होता है, जिसके खड़ा करने के लिए अधिक स्थान आवश्यक होता है। ऋतु-पत्र में पवन का वेग और दिशा तीरों द्वारा दिखाये जाते हैं।

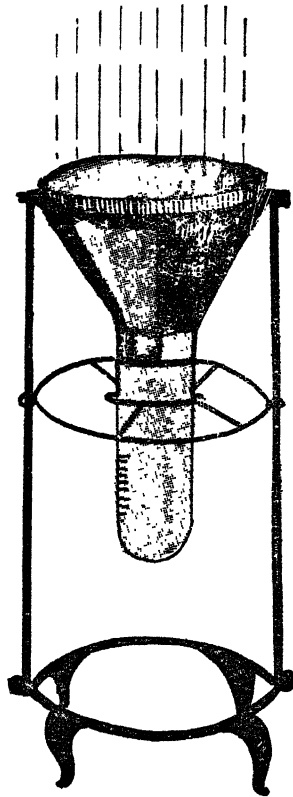
परन्तु अधिकतर स्थानों में पवन प्रायः एक ही दिशा से चला करती है।

इसलिए इसको दिखाने के लिए एक फूल बनाया जाता है। यह फूल ऋतु-पत्र में नहीं दिया जाता, केवल जलवायु दिखाने वाले चित्रों में ही दिया जाता है। इस फूल में अधिकता के अनुसार पवनों की दिशा-रेखाएं छोटी-बड़ी होती हैं। जिस दिशा से अधिकतर पवनें आती हैं, उस ओर सबसे लम्बी रेखा खींची जाती है, जिस ओर से कम पवनें आती हैं, उस ओर सबसे छोटी रेखा खींची जाती है।

पवन-यन्त्र में धातु का एक पत्र लगा रहता है, जो पवन के साथ-साथ घूमता है। इस पत्र के पीछे एक तीर लगा रहता है, जिससे पवन की दिशा मालूम होती है। इस यन्त्र में कटोरियों की भांति चार पात्र भी लगे रहते हैं। ये भी पवन के

पवन-मापक (एनिमोमीटर)

साथ-साथ घूमने हैं। इन पात्री से सम्बन्धित यन्त्र में नीचे एक पहिया होता है, जो पवन के साथ बराबर घूमता है। उसी से पवन की गति नापी जाती है।

वर्षा-मापक (रेन गेज)

जल वर्षा के नापने के लिए एक पात्र होता है, जिसमें जल सुरक्षित रखने

वर्षामापी (रन गेज)

का प्रबन्ध होता है। इसके मुख का क्षेत्रफल ठीक-ठीक नाप लिया जाता है, जिससे इस पात्र में पहुँचा हुआ जलवर्षा के जल का अनुपात आसपास के क्षेत्र में हुई जलवर्षा से निकाला जाता है। इस पात्र का जल ठीक प्रकार एक दूसरे पात्र के द्वारा नापा जाता है। वर्षा-मापक में इंचों या सेन्टीमीटर के निशान नीचे से ऊपर की ओर चिह्नित होते हैं। इसके द्वारा किसी क्षेत्र की वर्षा की ऊँचाई मालूम कर ली जाती है। समुद्री तूफान के समय वर्षा बहुत जोरों से होती है। जितना प्रचण्ड तूफान होता है, उसके आसपास उतने ही घने वर्षा वाले बादल होते हैं, जो काफी वर्षा करते हैं। तूफान की प्रचंडता का अनुमान लगाने के लिए वर्षा का स्तर मापना अत्यन्त आवश्यक होता है।

वर्षा को मापनें की विधि

वर्षा नापने के लिये वर्षा मापी यंत्र को समतल जमीन पर स्थित किया जाता है।

यंत्र की कीप का किनारा तल से 0.3 मीटर की ऊंचाई पर रखा जाता है। तथा उस तल के आसपास के क्षेत्र का जल-निकास उत्तम होना चाहिये।

विधि

यंत्र में दो छोटे-बड़े बेलनाकार के जार होते हैं। छोटा जार आंतरिक जार कहलाता हैं तथा बड़ा जार बाहरी।

बाहरी जार के मुख पर एक कीप रखी जाती है जिसका किनारा ऊपर उठा हुआ होना चाहिये।

कीप की डंडी आंतरिक जार में रखी जाती है जिसमें वर्षा का जल इकट्ठा होता है।

आंतरिक जार में इकट्ठा पानी मापन जार में डाल कर वर्षा को मापा जाता है।

मान लीजिये कीप का व्यास 12.7 सें० मी० है।

कीप का क्षेत्रफल $22/7 \times$ अर्द्धव्यास 2 है (पाई $\times$ अर्धव्यास 2)

कीप का अर्द्धव्यास $22/7 \times (6.35)2$ वर्ग सें०मी० $=126.72$

126.72 वर्ग सें० मी० सतही क्षेत्रफल वाली कीप में 1 सें०मी० वर्षा के जल का आयतन=126.72 × 1=126.72 घन सें० मी०

अब मापन जार का व्यास 5 सें०मी० (अर्द्धव्यास 2.5 सें०मी०) है तथा इसमें जल की ऊंचाई 126.72 घन सें०मी० है।

अतः मापन जार का आयतन=22/7 × (2.5)2 ऊंचाई=19.642 × ऊंचाई घन सें०मी०

अब 19.643 × ऊंचाई=123.72 घन सें०मी०

$$\text{ऊंचाई} = \frac{126.72}{19.643} = 6.451 \text{ सें०मी०}$$

मापन जार में 6.451 सें० मी० वर्षा का जल केवल 1 सें० मी० वर्षा प्रदर्शित करता है।

(नोट—22/7 पाई का मूल्य है जो हमेशा निश्चित रहता है)।

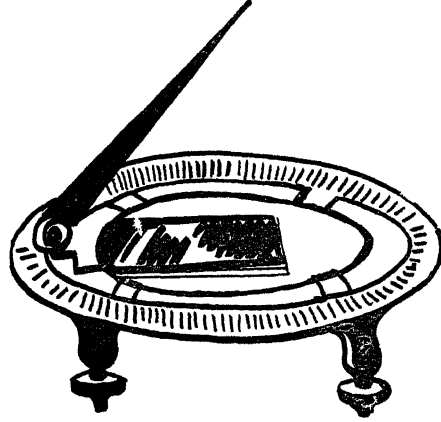
मेघ दिशा-सूचक (नेफोस्कोप)

यह यन्त्र बादलों की दिशा की सूचना देता है, वे किस दिशा में जा रहे हैं। इस यन्त्र में समतल में एक दर्पण लगा होता है और उसके बाहर दर्पण को घेरे हुए एक गोलाकार स्केल होती है, जिसमें चारों दिशाओं के चारों भाग कई छोटे-छोटे बराबर के भागों में बँटे होते हैं।

इसके दर्पण के ऊपर एक पॉइंटर लगा होता है।

आकाश मे ऊँचाई पर चलने वाली हवाओं तथा जमीन की सतह के पास चलने वाली हवाओं के बहाव में भी अन्तर होता है।

असल में यह मान लेना ठीक नहीं कि हवा के चलने की दिशा में ही बादलों का बहाव भी होता है; क्योंकि जिस दिशा में हवा चल रही होगी—जाहिर है, बादलों का रुख भी उसी दिशा की ओर होगा, ऐसा हम सोचते हैं। लेकिन फिर भी नीचे की हवाओं में और ऊँचाई पर चलने वाली हवाओं की दिशा में अंतर हो जाता है और हवाओं की चलने की दिशाएं भिन्न हो सकती हैं।

ऐसी दशा में हम इस यन्त्र से बादलों की दिशा का ठीक-ठीक अनुमान लगा

सकते हैं कि वे किस दिशा में बढ़ रहे हैं।

हवा में हमेशा जलवाष्प के कुछ कण विद्यमान रहते हैं। हवा में जलवाष्प की यह मात्रा हर समय बदलती रहती है। कभी जलवाष्प की मात्रा कम हो जाती है कभी बहुत अधिक हो जाती है।

हवा की आर्द्रता को ग्रहण करने की क्षमता तापमान के घटने-बढ़ने के साथ-साथ कम-ज्यादा होती रहती है।

वायु की आर्द्रता को ग्रहण करने की क्षमता तापमान के बढ़ने पर बढ़ जाती है और घटने पर कम हो जाती है।

यदि तापमान निरंतर गिरता रहे तो किसी निश्चित तापमान पर वायु आर्द्रता से संपृक्त हो जाती है।

वायु की संपृक्तता को जानने के लिये—

(1) वायु में किसी निश्चित ताप पर विद्यमान जलवाष्प की वास्तविक मात्रा तथा—

(2) उसी तापमान पर उतनी ही वायु को संपृक्त करने के लिये जलवाष्प की मात्रा का ज्ञान होना आवश्यक है। आपेक्षिक आर्द्रता जानने के लिये—

$$\text{आपेक्षिक आर्द्रता} = \frac{\text{किसी निश्चित तापमान पर वायु में विद्यमान जलवाष्प की मात्रा} \times 100}{\text{उसी तापमान पर उतनी ही वायु को संपृक्त करने के लिये आवश्यक जलवाष्प की मात्रा}}$$

यदि 30° सें० ग्रे० 1 घन मीटर वायु में 5.21 ग्राम जलवाष्प विद्यमान हो तथा उसी तापमान पर 30.03 ग्राम जलवाष्प उस वायु को संपृक्त कर सकते हैं तो—

$$\text{आपेक्षिक आर्द्रता} = \frac{5.21 \times 100}{30.03} = 17.34\%$$

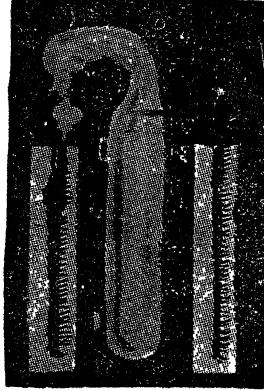
इस प्रकार आर्द्रतामापी (हाइग्रोमीटर) से वायु की आपेक्षिक आर्द्रता निकाली जाती है।

यह इस सिद्धान्त पर काम करता है कि जल के वाष्पीकरण से ठंडक पैदा होती है। वायुमंडल में शुष्कता जितनी भी अधिक होगी, वाष्पीकरण उतना ही अधिक होगा अथवा ठंडक उतनी ही अधिक उत्पन्न होगी।

इस आर्द्रतामापी में दो साधारण सेंटीग्रेड थर्मामीटर एक तख्ते पर लगे होते हैं जो ऊर्ध्वाधर लटका होता है।

दायीं ओर के थर्मामीटर के बल्ब को सूती कपड़े के एक टुकड़े से लपेट दिया जाता है जिसका एक सिरा एक शीशे के पात्र में डूबा होता है। पात्र में डिस्टिल किया हुआ जल भरा होता है जो कपड़े को तथा थर्मामीटर को आर्द्र रखता है।

बायीं ओर का थर्मामीटर शुष्क (Dry) तथा दायीं ओर का थर्मामीटर आर्द्र (Met) कहलाता है।

आर्द्र तथा शुष्क थर्मामीटरों का तापमान दर्ज कर लिया जाता है तथा उनके बीच का अंतर ज्ञात कर लिया जाता है।

तापमान प्रति दिन प्रात: 8.30 बजे तथा सायं 5.30 बजे दर्ज किया जाता है।

आपेक्षिक आर्द्रता एक चार्ट द्वारा ज्ञात की जाती है।

उदाहरण—

यदि शुष्क थर्मामीटर का तापमान=25° तथा आर्द्र थर्मामीटर का तापमान=19° सें०ग्रे० है। तो 25—19=6° सें० ग्रे० आर्द्रता है।

अब चार्ट देखिये—

शुष्क बल्ब तथा आर्द्र बल्ब के तापमान में अंतर=

1	2	3	4	5	6	7	8
91	83	75	68	60	54	47	40

अब देखिये कि इस चार्ट के हिस्से में ऊपर के अंकों के नीचे भी कुछ अंक दिये गये हैं जो आपेक्षिक आर्द्रता के प्रतिशत के रूप में लिखे हैं।

हमारी आर्द्रता 6 सें० ग्रे० आयी थी।

अब ऊपर के चार्ट में देखिये 6 के नीचे 54 का अंक है। इसलिये वायु की आर्द्रता 54% मानी जायेगी।

वायुमंडल जब शांत होता है अथवा वायु की गति बहुत कम होती है तो यह यंत्र बहुत शुद्ध परिणाम नहीं दे पाता।

इन यंत्रों के अलावा भी बहुत से आधुनिक उपकरण आविष्कृत हो चुके हैं जिन से तूफान के आने के संकेत काफी पहले प्राप्त हो सकते हैं ताकि उतने समय में बचाव और सुरक्षा के तरीके अपनाये जा सकें।

तूफान-सूचक नये यंत्र

विश्वस्त सूत्रों से ज्ञात हुआ है कि केन्द्र सरकार तूफान की पूर्व जानकारी प्राप्त करने के लिये तथा तूफान से कौन से इलाके प्रभावित होने वाले हैं—इसकी पूर्व चेतावनी देने के लिये बहुत ही सशक्त और आधुनिकतम यंत्रों से लैस वायु-यानों का उपयोग करेगी।

यंत्रों से लैस ये वायुयान बंगाल की खाड़ी, अरब सागर के आस-पास के इलाकों में गश्त किया करेंगे।

इन यंत्रों के द्वारा तूफान की दिशा तथा तेज रफ्तार की शीघ्र जानकारी मिल सकेगी ताकि तूफान से होने वाले नुकसान से उन क्षेत्रों के लोगों को बचाया जा सके जहां तूफान अपना कहर ढाने पहुंचने वाला है। इससे उन इलाकों की जानो-माल की सुरक्षा की जा सकेगी।

तूफान के खतरे की जानकारी ये पद्धति को सशक्त बनाने के लिये 1977 के अंत तक तूफान की पूर्व चेतावनी देने के लिये तीन नये चेतावनी-केंद्रों की स्थापना की जायेगी जिनसे तूफान के आने की सूचना और अधिक शीघ्रता से प्राप्त हो सकती है।

इस प्रकार के पांच केंद्र पहले से ही इस दिशा में कार्यरत हैं।

नये केन्द्र गोवा, कराईकल और मछलीपट्टनम में बनेंगे।

भारतीय मौसम विभाग ने सतर्कतावश 244 भारतीय जहाजों में तूफान संबंधी जानकारी एकत्रित करने वाले यंत्र लगायें हैं।

16. तूफान से बचाव

तूफान को हम रोक नहीं सकते, न ही उसे बांध सकते हैं। केवल उसके बारे में अधिक ज्ञान प्राप्त करके और उसके आक्रमण से अपने बचाव की तैयारी करके उसके प्रभाव को कम कर सकते हैं। विमान, रडार और रेडियो की मदद से हम बचाव की तैयारी ही कर सकते हैं।

पहले हम यही विश्वास करते आये थे कि तूफानों का आकार समुद्र के वक्ष पर ही बढ़ता है, क्योंकि भूमि पर उसे गर्मी मिलनी काफी कम हो जाती है, और चक्कर खाती हुई हवा उसके आधार तक नहीं पहुंच पाती। परंतु जब 'हैजेल' नामक तूफान कनाडा के टोरंटो नामक नगर में, जो समुद्र से 500 मील की दूरी पर स्थित है, पूरे वेग से जा पहुंचा तब एक नई बात मालूम हुई। तूफानों पर आसपास के मौसम की स्थिति का अत्यधिक प्रभाव पड़ता है और उनकी गति और दिशा ऋतु-स्थिति पर ही निर्भर करती है। 'हैजेल' 15-20 मील प्रति घंटे की रफ्तार से यात्रा कर रहा था। सहसा उसे वायुमंडल की ऊपरी सतह पर एक 'न्यून दबाव क्षेत्र' मिल गया और वह 50 मील प्रति घंटे की रफ्तार से उत्तर की ओर चल पड़ा।

वास्तव में इन तूफानों को पूर्णत: रोक पाना तो अभी तक संभव भी नहीं लगता, क्योंकि इनके जन्म की कहानी मानव अभी मोटे तौर पर ही जान पाया है। वास्तव में किस स्थान पर और किन परिस्थितियों में किस प्रकार समुद्री तूफान का जन्म होगा, यह भविष्यवाणी कर पाना अभी विज्ञान के सामर्थ्य में नहीं है। इस समय इतना ही पता लगाया जा सकता है कि अमुक स्थान पर तूफान विकसित हो रहा है। आगे चलकर वह क्या रूप लेगा और किस दिशा को

अग्रसर होगा, इसके लिए निरंतर उसके तेवरों का अध्ययन करते रहना पड़ता है। इस समय प्रयास मुख्यत: इस दिशा में किए जा रहे हैं कि कैसे किसी समुद्री तूफान की प्रचंडता को कुछ कम कर दिया जाय या उसकी दिशा मोड़ दी जाय जिससे वह आबादी वाले क्षेत्रों को कम-से-कम नुकसान पहुंचा सके।

वैसे आज भी समुद्री तूफान से बचने का एकमात्र कारगर तरीका यही है कि उसके आने का पूर्वानुमान लगाकर उसके मार्ग से हट जाया जाए या कुछ पेशबंदियां कर ली जाएं। विश्व भर में रात-दिन कार्यरत मौसम केन्द्रों से प्राप्त चित्रों की सहायता से किसी भी क्षेत्र में विकसित हो रहे समुद्री तूफान का पता अब आसानी से चल जाता है, क्योंकि एक अंतर्राष्ट्रीय व्यवस्था के सभी मौसम कार्यालयों के बीच पूर्ण समन्वय बना रहता है।

फिर समुद्री तूफानों की खोज-खबर रखने के लिए राडारों का इस्तेमाल किया जा रहा है, जिनसे 250 मील दूर स्थित समुद्री तूफानों का पता लगाया जा सकता है। आमतौर पर समुद्री तूफानों के बढ़ने की गति 30-35 मील प्रति घंटा होती है। अत: 250 मील दूर स्थित तूफान के तट पर पहुंचने और मानव आबादियों को प्रभावित कर पाने से पूर्व लोगों को ऐसे क्षेत्रों से हटाकर सुरक्षित स्थानों में ले जाया जा सकता है। यह सही है कि समुद्री तूफान की दिशा के बारे में सदा विश्वासपूर्वक कुछ नहीं कहा जा सकता।क वह कब किधर को मुँह उठाये चल पड़ेगा। किन्तु सतर्कता बरती जाए तो प्रभावित हो सकने वाले क्षेत्रों के बारे में प्राय: काफी पहले पूर्वानुमान लगाया जा सकता है।

जब तक विज्ञान समुद्री तूफानों से बचने का कोई और तरीका नहीं ढूंढ़ निकालता तब तक आदमी के लिए उसके आने की पूर्व सूचना मिलने पर उसके मार्ग से हट जाने में ही उसका भला है, क्योंकि भूमि पर पहुंचने पर समुद्री तूफान का जोर बहुत जल्दी क्षीण होने लगता है। ऐसा कुछ तो भूमि की असम सतह के साथ तूफान के घर्षण के कारण होता है और कुछ भूमि के वायुमंडल में पर्याप्त नमी के अभाव के कारण होता है। अत: यदि तटीय क्षेत्र तूफान के प्रथम वार को झेल जाए तो फिर तूफान मानव का कुछ अधिक नहीं बिगाड़ सकता क्योंकि भूमि पर दस मील तक उमड़-घुमड़ लेने के बाद भयंकर से भयंकर तूफान भी

मृत प्राय: हो जाता है। इस कारण तूफान आने की सूचना मिलते ही यदि लोगों को निचली जगहों से हटा लिया जाए और उन्हें ऊंची जगह पर अथवा तट से दस मील भीतर तक ले जाया जा सके तो तूफान से होने वाली हानि को न्यून-तम किया जा सकता है।

सामान्य रूप से समुद्री तूफानों का मौसम मानसून के आते ही शुरू हो जाता है।

लेकिन कहा यही जाता है कि आप इस बारे में कोई भविष्यवाणी सही नहीं कर सकते। बस आप इतना जान सकते हैं कि समुद्री तूफान दरअसल समुद्र की छाती से उठकर भागा आ रहा है और उसे आप तक पहुंचने में करीब कितना समय गेगा।

हवा के दबाव में नियमित कमी, तापमान में धीमी वृद्धि और प्रबलता से सूरज का लाल होना इस बात की सूचना दे देता है कि अब समुद्री तूफान के आने में ज्यादा देर नहीं है और वह कुछ सौ किलोमीटर के फासले पर ही है। खतरनाक आंधियों के तूफान कभी 22.50 किलोमीटर प्रति घंटे की रफ्तार से धरती को रौंदते हुए चल पड़ते हैं। जो भी उनके रास्ते में आता है, उसे बड़ी बेरहमी से कुचलते, रौंदते, उखाड़ते हुए, चल पड़ते हैं सिकन्दर की हिंसक फौज के समान। सबसे बड़ी बात इन विस्तृत तूफानों के बिल्कुल बीच में स्थित 'आंख' के कार-नामों से सम्बन्धित है। यह एक उल्लेखनीय क्षेत्र है, जो 5 से 55 किलोमीटर में फैला शान्त क्षेत्र होता है। इसके चारों ओर आंधियों के खतरनाक धक्के और बादलों की दीवारें; खम्भे और बालकनियां तेजी से चक्कर खाती हैं और समुद्र के पानी में उबलती रहती हैं। एक ओर वे डरावने ढंग से एक खड़ी दीवार के समान ऊपर उठती हैं और दूसरी ओर एक खुले थियेटर की सीटों के समान जमा होती जाती हैं। भयंकर चक्रवात का यह गोल घेरा दस हजार मीटर के क्षेत्र तक फैलता जाता है।

समुद्री तूफान की यह आंख प्रकृति की सबसे खतरनाक चीज है। पानी के कोड़ों की घंटों मार लगातार होने के बाद अचानक एक अजीब शांति आ जाती है, लेकिन यह शान्ति, आने वाले डरावने खतरे की 'यमदूतिनी' है। कुछ

घंटों के अंदर फिर ऐसा तूफान आ सकता है जो पहले से कई गुना ज्यादा संहारक हो। इस तूफान के गोल घेरे के बारे में यह जानकर भी डर लगने लगता है कि यह एक बहुत बड़े चक्के के समान घूमता है। उसका घेरा 150 से 500 किलोमीटर तक हो सकता है। वैसे इन तूफानों की जिंदगी भी आदमी की जिंदगी के समान अनिश्चित होती है, कभी ये एक दिन में ही 'मर' जाते हैं तो कभी इनकी 'जिंदगी' महीनों बनी रहती है।

में अब तो प्राकृतिक आपदाओं से बचाव के लिए राष्ट्रीय नहीं, बल्कि अन्तर्राष्ट्रीय स्तर पर प्रयत्न हो रहे हैं। सबसे बड़ी बात तौ जनता को सचेत और शिक्षित करने की है।

ऐसी आपदाओं को रोकने में विज्ञान का योग क्या है? विश्व के मौसम वैज्ञानिक द० पू० एशिया में चक्रवात, झंझावात, हरीकेन और टोरनेडो का अध्ययन कर रहे हैं और इसमें भारतीय मौसम विभाग का योग भी कुछ कम नहीं है। अब समस्या की गंभीरता को देखते हुए इस दिशा में और ठोस कदम उठाने होंगे। इसमें एक कदम यह हो सकता है कि द० पू० एशिया में तूफानों और ज्वार की लहरों का अध्ययन करने के लिए एक केन्द्र की स्थापना की, जाये जहां उपग्रहों और अन्य प्रेक्षणों से प्राप्त सारे आंकड़ों का संकलन किया जाय। हो सकता है इस अध्ययन से समस्या की गहराई में जाने का अवसर मिल सके।

एशिया महाद्वीप का सम्पूर्ण पूर्वी तट मानो इन तूफानों का किला है। जापान तथा पूर्वी द्वीप समूह प्रति वर्ष ऐसे कई दैत्यों द्वारा झकझोर दिये जाते हैं। अमेरिका के तटों में भी 'हरीकेन' कहलाये जाने वाले तूफान अथाह जान-माल का विनाश कर जाते हैं। वास्तव में भारत में हमला करने वाले तूफान तो गति तथा विनाशकारी ताकत की दृष्टि से चीनी सागर में पैदा होने वाले 'टायफून्स' के छुटभइए मात्र हैं। चीनी समुद्र के तूफान भी कभी-कभी बंगाल की खाड़ी में पहुंच जाते हैं तथा हमारे पूर्वी तट पर कहर ढाते हैं।

ऐसा अनुमान है कि संसार में इन तूफानों के कारण प्रति वर्ष कई अरब रुपयों की सम्पत्ति का विनाश हो जाता है। इस विनाश से बचने के उपायों के लए ऋतु-विशेषज्ञों के कई अन्तर्राष्ट्रीय स्तर के सम्मेलन होते रहते हैं तथा

'विश्व मौसम-विज्ञान संघ' इस ओर विशेष सजग है। हाल ही में एक विशेषज्ञ ने सुझाव दिया था कि—यदि कुछ जेट वायुयानों को जो कि पूंछ से लगातार तीव्र हवा छोड़ रहे हों, तूफानी हवा की दिशा में उड़ाया जाय तो तूफान के वेग को बहुत कम किया जा सकता है। जेट से निकलने वाली वायु की दिशा तूफान में चक्कर काट रही वायु के विपरीत होगी तथा उसे बिल्कुल रोक देगी या काफी कम कर देगी।

फिलहाल 'विश्व मौसम-विज्ञान संघ' के कई वैज्ञानिक इन तूफानों के विनाश के उपायों में जुटे हुए हैं। कई जांबाज ऋतु-वैज्ञानिक छोटे-छोटे हवाई जहाजों में बैठकर तूफान की 'आंख' में प्रवेश कर उसके तापक्रम, नमी, वायुदाब इत्यादि नापने में सफल हो सके हैं। 'टाइरौस' तथा 'इसा' श्रेणी के कृत्रिम उपग्रह चक्करदार बादलों के चित्र भेजकर इन तूफानों की उपस्थिति का ज्ञान करने में सहायता कर रहे हैं। देखें, इन रावण सदृश तूफानों का समूल विनाश करने वाले राम का प्रादुर्भाव कब होता है!

पारिभाषिक शब्दावली

अपभू=Apogee
आवर्ती हवाएं=Periodical Winds

उत्तरी भूमध्यवर्ती गर्म धारा=North equatorial
उपभू=Perigee

कपसीले मेघ=Cumulus Clouds
कटिबंधीय चक्रवात=Tropical Cyclone

गुरुत्वाकर्षण बल=Gravitational Force

चक्रवात=Cyclone

ज्वार=Tide
ज्वारीय धाराएं=Tidal Current

तड़ित झंझा=Thunder Storms
तापीय चक्रवात=Thermal Cyclone

दीर्घवृत्ताकार-कक्षा=Elliptical Orbit

दक्षिण भूमध्यवर्ती गर्म धारा=South equatorial Current
द्विवेणी=V-Shapeel

धारा=Drift

पक्षाभ मेघ=Cirrus Clouds
पक्षाभ-स्तरी मेघ=Cirro-Stratus Clouds
पक्षाभ-कपसीले मेघ=Cirro-Cumulus Cloud
परवलय=Parabola
पूर्ण ज्वार=Spring tide

प्रति चक्रवात=Anti Cyclone
प्रभा मंडल=Halo
प्रवासी चक्रवात=Migratory Cyclone

भंवर=Eddies
भाटा=Ebb

मौसम चित्र=Weather Chart

लघुत्तम ज्वार=Neap tide

वाताग्र-उत्पत्ति=Frontogenesis
विचल=Deviation
वर्षी मेघ=Nimbus Clouds
वर्षी-स्तरी मेघ=Nimbo-Stratus Clouds
विपरीत दिशा, वामावर्त=Anti Clock wise